

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**LIBEREC 2014**

**Bc. Andrea Hodlová**

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

**FAKULTA TEXTILNÍ**



**Studijní program: N3108 Průmyslový management**

**Studijní obor: Produktový management**

**IDENTIFIKACE PLÝTVÁNÍ VE VÝROBĚ VE  
SPOLEČNOSTI LINET**

**WASTE IDENTIFICATION IN THE PRODUCTION OF  
LINET**

KHT

**Diplomantka:** Bc. Andrea Hodlová

**Vedoucí práce:** Ing. Marie Havlová, Ph.D.

**Konzultant:** Bc. Renáta Pokorná

**Rozsah práce**

Počet stran textu: 62

Počet obrázků: 31

Počet tabulek: 7

Počet stran příloh: 23

Zadání diplomové práce

(vložit originál)

# PROHLÁŠENÍ

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom(a) povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis



## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěla poděkovat mé vedoucí práce Ing. Marii Havlové, Ph.D. za cenné připomínky, lidský přístup, ale zároveň i profesionalitu, které mi během psaní této práce poskytla. Dále bych své díky ráda vyjádřila všem, kteří mi v průběhu vzniku této práce pomáhali, především za jejich trpělivost a vstřícnost. Děkuji také firmě LINET, která mi dala příležitost spolupráce.

Poděkování patří i mé rodině a nejbližším, za jejich podporu, motivaci a milá slova nejen při psaní této práce, ale po celou dobu studia.

# **ANOTACE**

Hlavním cílem této diplomové práce je identifikace plýtvání ve výrobě firmy LINE'T, spol. s.r.o., konkrétně v úseku dělírny, klempírny, lisovny, svařovny a obrobny.

V rešeršní části je stručně charakterizována firma samotná, vymezeny základní druhy plýtvání a popsány principy štíhlého podniku. Dále jsou uvedeny metody vhodné pro analýzu situace současného stavu a metody vhodné k eliminaci plýtvání. Výstupem z této práce jsou návrhy řešení pro odstranění plýtvání a jejich zhodnocení.

## **KLÍČOVÁ SLOVA:**

plýtvání, identifikace, výroba, procesní mapa, mapování hodnotového toku, rozmístění pracovišť

## **ABSTRACT**

The main objective of this thesis is to identify waste in the production of LINE'T, spol. s.r.o., specifically in the process of separation, tinsmithing works, pressing shop, welding and machining shop.

The literature research part describes the company itself, defines the basic types of waste and describes the principles of lean enterprise. Further are methods suitable for analyzing the current state and methods suitable for elimination of waste. The outcomes of this work are proposed solutions to eliminate waste and their evaluation.

## **KEYWORDS:**

waste, identification, production, process map, value stream mapping, layout

## Obsah

Úvod .....	7
REŠERŠNÍ ČÁST PRÁCE .....	8
1 Charakteristika firmy LINET spol. s.r.o. ....	8
1.1 Organizační struktura výroby v LINETu.....	9
1.2 Metody řízení kvality ve firmě LINET spol. s.r.o. ....	10
2 Hrubá výroba ve firmě LINET, spol. s.r.o.....	11
2.1 Dělrna .....	11
2.2 Klempírna .....	12
2.3 Lisovna .....	12
2.4 Svařovna.....	12
2.5 Obrobna .....	14
3 Plýtvání .....	15
3.1 Základní druhy plýtvání .....	15
3.1.1 Nadvýroba .....	16
3.1.2 Nadbytečné zásoby.....	16
3.1.3 Čekání.....	16
3.1.4 Transport .....	17
3.1.5 Pohyb.....	17
3.1.6 Nadbytečné zpracování .....	18
3.1.7 Vady.....	18
3.2 Identifikace plýtvání .....	19
3.2.1 Procesní mapa .....	19
3.2.2 Mapování toku hodnot (Value Stream Mapping) .....	20
3.2.3 Analýza a měření práce .....	21
4 Principy štíhlého podniku .....	24
5 Metody pro eliminaci plýtvání.....	27
5.1 Metody štíhlé výroby .....	27
5.1.1 Metoda 5S .....	27
5.1.2 Vizualní management.....	28
5.1.3 Týmová práce.....	29
5.1.4 Práce se standardy .....	29
5.1.5 Ergonomie .....	30
5.1.6 Optimalizace pracoviště.....	31

5.1.7	Tok jednoho kusu (One piece flow) .....	32
5.1.8	Metoda SMED (Single Minute Exchange of Dies) .....	33
5.1.9	Metoda TPM (Total Productive Maintenance) .....	33
5.1.10	Workshopy .....	34
5.2	Metody štlhlé logistiky.....	35
5.2.1	Štlhlé rozmístění pracovišť .....	35
5.2.2	Softwary pro dynamickou simulaci .....	36
5.2.3	Sklad .....	36
5.2.4	Skladový materiál.....	37
5.2.5	Metoda Kanban .....	38
5.2.6	Metoda FIFO .....	39
	PRAKTICKÁ ČÁST PRÁCE.....	40
6	Analýza výchozího stavu na hrubé výrobě společnosti LINET.....	40
6.1	Obecný popis výrobního procesu v LINETu .....	40
6.2	Procesní mapa .....	42
6.3	Mapování toku hodnot .....	44
6.4	Mapa plýtvání .....	48
6.5	Špagetový diagram - výrobek .....	49
7	Návrhy řešení pro eliminaci plýtvání na úseku hrubé výroby v LINETu.....	52
7.1	Návrh nového rozmístění pracovišť .....	53
7.2	Návrh na pořízení softwaru pro simulaci procesů.....	58
7.3	Návrh nových regálů .....	59
7.4	Návrh obalových jednotek .....	60
7.5	Návrh dopravníků.....	61
7.6	Návrh vizualizace skladu.....	63
7.7	Zhodnocení návrhů .....	65
8	Další návrhy a doporučení .....	66
	Závěr.....	68
	Seznam použité literatury .....	69
	Seznam zkratek .....	72
	Seznam obrázků.....	73
	Seznam tabulek .....	74
	Seznam příloh.....	74

## Úvod

Plýtvání, bráno z pohledu celosvětového měřítka, je obrovské. Doba je rychlá a spotřebitelé nároční. Uspokojit potřeby všech znamená větší produkci. Země, státy, lidé, plýtvají neustále energií, teplem, potravinami, jako by si ani neuvědomovali, že některé zdroje nejsou nevyčerpatelné a po současné generaci přijdou další a další generace.

Dnešní ekonomická situace není příznivá a navíc se k ní přidal neutuchající tlak globálního trhu. A právě to je důvod se ve firmách zaměřit na strategii s cílem snížení nákladů a zvýšení produktivity. Mnoho firem si mnohdy neuvědomuje, které situace a činnosti jsou pro ně ztrátové. Jednou z nejznámějších strategií je „Štíhlá filozofie podniku“, která se přizpůsobuje potřebám zákazníka a snaží se eliminovat všechny činnosti, které nepřidávají hodnotu. Jsou zde využívány nástroje a techniky pro odstranění plýtvání. Dnes již mnoho větších společností využívá štíhlý management, neboť jim slibuje, že se udrží na trhu před konkurencí za cenu nižších nákladů a neustálého zlepšování.

Cílem této diplomové práce je odhalit plýtvání v procesu výroby ve firmě LINET spol. s.r.o., konkrétně v úsecích dělírna, klempírna, lisovna, svařovna a obrobna. Tato práce slouží jako prvotní krok k větší optimalizaci, kterou firma plánuje. Rešeršní část práce stručně popisuje firmu samotnou, nastiňuje výrobu ve firmě a metody řízení kvality. V další části rešerše jsou vymezeny pojmy plýtvání, základní druhy plýtvání, principy štíhlého podniku a uvedeny jednotlivé metody odstraňující plýtvání vhodné právě pro vybranou oblast výroby. V praktické části je pomocí vhodných metod analyzován současný stav a identifikováno plýtvání. Jsou předloženy návrhy pro eliminaci plýtvání a následně zhodnoceny.

## REŠERŠNÍ ČÁST PRÁCE

### 1 Charakteristika firmy LINET spol. s.r.o.

Historie firmy LINET spol. s.r.o. se váže k roku 1990, kdy byla založena Ing. Zdeňkem Frolíkem na zelené louce s kapitálem okolo 400 tisíci korun. Rozkládá se na 23 000 m<sup>2</sup>. Dnes je součástí skupiny LINET Group SE<sup>1</sup>. Patří v mezinárodním měřítku ke čtyřem nejvýznamnějším světovým výrobcům nemocničních a pečovatelských lůžek. V Evropě je špičkou a náleží jí první místo. Firma je schopna vyrobit až 110 000 lůžek za rok. Díky neustálým inovacím zhodnocuje investovaný kapitál až o 50 %.

LINET se tedy zabývá výrobou nemocničních a pečovatelských lůžek, která jsou určena pro široké spektrum zdravotnických zařízení (od příjmu – emergency až po jednotky intenzivní péče a pečovatelsví). Za zmínku také stojí další výrobky jako evakuační podložky, zařízení do čekáren, antidekubitní systémy, stolky k lůžkům, matrace a další. Všechny tyto výrobky charakterizuje skvělý komfort, výborná funkčnost, dodržení ergonomie a snadná obsluha.



Obrázek 1: Lůžko určené pro intenzivní péči Multicare LE [1]

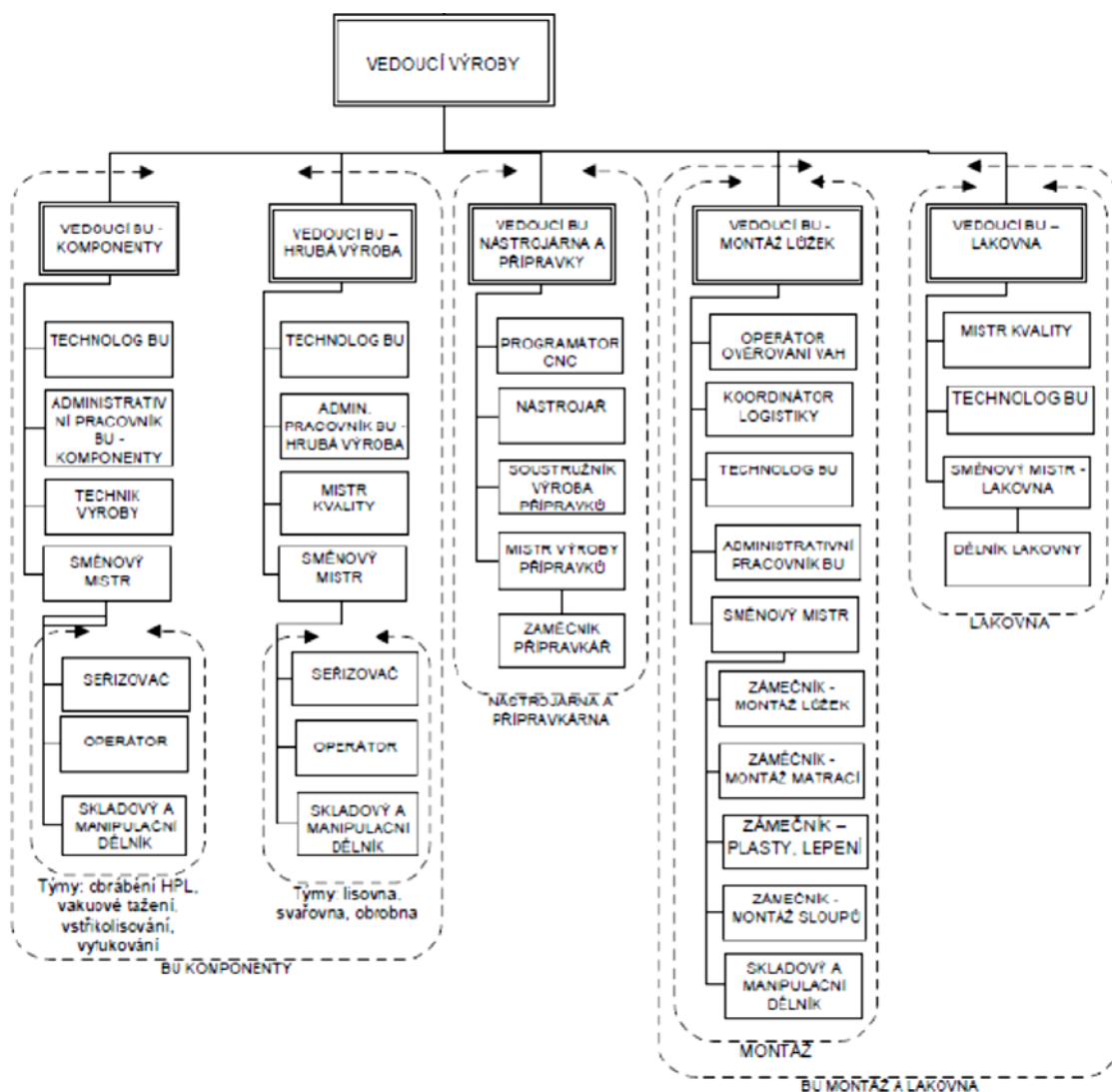
Centralizace výroby sjednotila všechny technologie potřebné pro výrobu lůžek a lze je nyní nalézt v sídle firmy – v Želevčicích u Slaného. Je to právě inovace a schopnost plnit požadavky zákazníků, co udržuje LINET o krok napřed před konkurencí. Ve firemních materiálech [2] je LINET přirovnávám k automobilce. Společnost má vlastní vývoj, konstrukci, prototypovou dílnu, zkušebnu, marketing, výrobu, prodej i servis. Takové komplexní zajištění výrobku mají opravdu snad jen automobilky a firma LINET. [2]

---

<sup>1</sup> LINET Group SE - Integrace společností LINET, s.r.o., a WiBo GmbH se sídlem v Nizozemí [2]

## 1.1 Organizační struktura výroby v LINETu

Schéma organizační struktury výroby (obrázek 2) pomáhá lépe pochopit souvislosti mezi zodpovědnostmi a pravomocemi zaměstnanců ve výrobním sektoru firmy LINET. Na obrázku 2 se často vyskytuje zkratka BU<sup>2</sup>, což značí, že firma sdružuje profese pod oddělení organizace BU, které může vykonávat řadu podnikových funkcí. LINET zaměstnává okolo 320 pracovníků.



Obrázek 2: Organizační struktura výroby v LINETu [2]

<sup>2</sup> Business Unit je zkratkou pro slovní spojení obchodní jednotka [2]

## 1.2 Metody řízení kvality ve firmě LINET spol. s.r.o.

Mnoho autorů zabývajících se řízením kvality ji definuje různými způsoby. Například Feigenbaum [3] ji popsal následovně: „Kvalita výrobku je souhrn všech konstrukčních a výrobně technických charakteristik, které určují úroveň, jakou produkt naplní očekávání zákazníka.“ Většina zákazníků upřednostňuje kvalitu před kvantitou, a proto je dnes kvalita považována za jistou prestiž firmy. Z hlediska řízení je pojem kvalita spojen s takovým systémem řízení, který vytváří kvalitní produkty (výrobky nebo služby), které ocení zákazník nebo jsou požadovány standardem či normou.

Firma LINET si je vědoma, že úspěch na trhu přichází jen s kvalitními výrobky. Kromě plnění legislativních požadavků získali (a udržují) vnitřní systém řízení dle ISO certifikátu. Pro LINET je to ISO 9001:2008 (řízení kvality), ISO 13485:2003 (řízení kvality u zdravotnických prostředků), ISO 14001:2004 (řízení životního prostředí). Dále LINET splňuje podmínky FDA a MET<sup>3</sup>.

Oddělení kvality se ve firmě dělí na interní kvalitu a kvalitu nákupu. Materiál vstupující do firmy je podroben přísné vstupní kontrole, při které se nevyhovující kusy vrací dodavateli (s připomínkami na nápravná opatření) a vyhovující putují dále do výroby. Ve výrobě jsou meziprodukty také kontrolovány a navíc probíhají náhodné audity. Uspokojením potřeb zákazníka však práce nekončí, v tu chvíli nastupují pravidelné kontroly již prodaných výrobků, jejich servisní opravy a další akce, aby byl zákazník maximálně spokojen.

Mezi uplatňované metody řízení kvality ve firmě LINET patří TQC [2]. Imai [4] vysvětluje zkratku TQC jako Total Quality Control (Absolutní kontrola kvality). Prvním a nejvyšším zájmem ve firmě LINET je kvalita lidí. Firma se snaží vštěpovat kvalitu svým zaměstnancům na základě každodenních kroužků kvality, v čemž spatřuje tu pravou cestu k produkci kvalitních výrobků.

---

<sup>3</sup> FDA je americký úřad pro kontrolu potravin a léčiv, zároveň odpovídající za kvalitu zdravotnických prostředků v USA; MET je zkušební laboratoř k udělování bezpečnostní známky na produkt pro americký a kanadský trh [2]



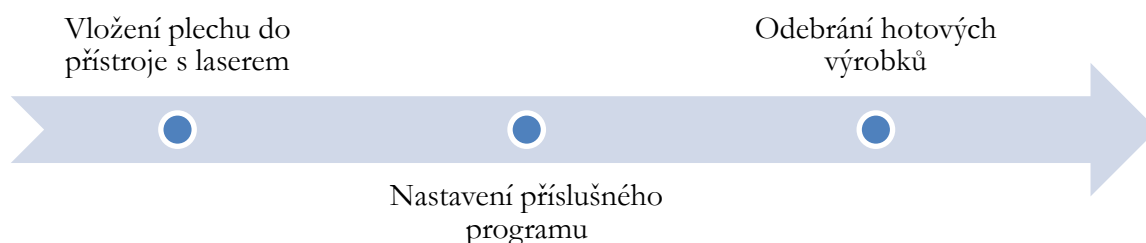
## 2 Hrubá výroba ve firmě LINET, spol. s.r.o.

Veškerá výroba nemocničních a pečovatelských lůžek začíná v úseku hrubé výroby. Firma Linet slovním spojením „hrubá výroba“ označuje výrobu probíhající v úsecích dělírny, klempírny, lisovny, svařovny a obrobny. Tento pojem bude v dalším textu využíván z důvodu snadnějšího označení úseků (dělírna, klempírna, lisovna, svařovna a obrobna), kterých se tato práce přímo týká. Cílem hrubé výroby je připravit z daného materiálu potřebné díly v odpovídající kvalitě a velikosti, vhodné pro další zpracování. Úsekem hrubé výroby každý den projde 5 tun hutního materiálu. Ten je dodáván ve formě plechů, trubek, jeklů, oválů, plných kulatin a speciálních profilů. Mezi zpracovávané materiály patří ocel, nerezová ocel a hliník.

Pod hrubou výrobu ve firmě spadá několik částí. Patří sem dělírna, klempírna, lisovna, svařovna s logistikou a obrobna. V jednotlivých částech hrubé výroby funguje výroba v dávkách, což znamená, že se vyrábí na počet kusů. V úseku lakovny přechází z výroby v dávkách na výrobu dle požadavku zákazníka. Obecné schéma výrobního procesu na hrubé výrobě je popsáno v praktické části této práce v kapitole 6.1 a graficky znázorněno na obrázku 12.

### 2.1 Dělírna

V dělárně dochází k práci s profilovým laserem, třemi tabulovými lasery a pilou. Tabulový laser vyřezává pomocí CNC programů ob jeden díl, později se k vyřezávání vrací proto, aby nezkroutil plech a plocha materiálu se co nejvíce využila. Laser pracuje s přesností 0,2 mm. Postup při výrobě probíhá dle následujícího schématu na obrázku 3.



Obrázek 3: Schéma výroby v dělárně [2]

Při práci je využívána jedna z metod průmyslového inženýrství, konkrétně „Metoda SMED“<sup>4</sup>. Jde o systém založený na týmové práci a zlepšování, který významně snižuje dobu změny a seřízení stroje. Dříve se materiál vykládal ve stodole, a dle potřeby byl teprve převážen do hrubé výroby, kde byl uložen velmi nepřehledně. Aplikací metody SMED přibýly do dělírny stojany na vstupní materiál, a tím se urychlila práce, zvýšila bezpečnost a především efektivita.

## **2.2 Klempírna**

Tato část prvovýroby zpracovává základní polotovary hutního materiálu na požadované díly, včetně plechu. Tyto polotovary se pak dále rozdělí na velikosti daných dílů a posléze se pomocí dalších technologií ohýbají, vrtají a lisují. Největší využití naleznou v klempírně technologie, jako jsou CNC ohraňovací lisy a CNC nůžky. CNC ohraňovací lisy dokážou ohýbat složitější tvary, oproti tomu CNC nůžky spíše tvary jednodušší, avšak s vysokou přesností. Je zde zavedena metoda „5S“, která je blíže popsána v kapitole 5.1.1.

## **2.3 Lisovna**

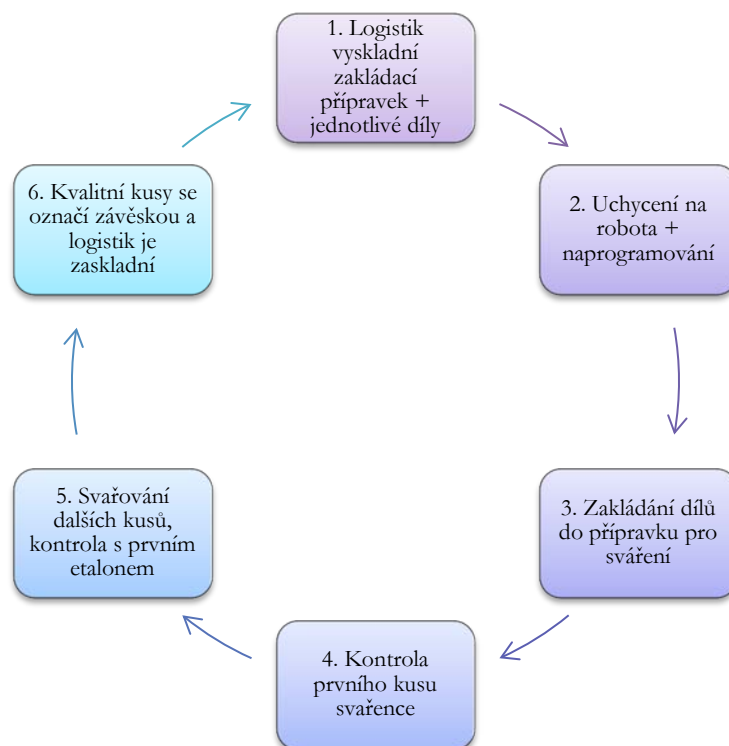
Je pracovištěm, kde jednotlivé díly vstupující buď na svařovnu či přímo na montáž dostávají svou konečnou podobu. K tomu jsou zapotřebí vrtačky, lisy a ohýbačky. Na lisovně je aplikována metoda „5S“ (viz kap. 5.1.1).

## **2.4 Svařovna**

Úsek svařovny má za úkol svařovat díly pocházející z lisovny. Úkolem svařování je kvalitní spojení materiálu vzniklého z předchozích procesů hrubé výroby. Vyrobit se zde tedy finální díly určené pro konečnou montáž. Celkem na svařovně pracuje 40 lidí na jedné směně, s podporou vedení kolem 50 lidí. Denně se vyrobí přibližně 4000 kusů svařenců. Výroba probíhá v dávkách. Diagram pracovního procesu v úseku svařovny je znázorněn na obrázku 4.

---

<sup>4</sup> Metoda rychlého přeseřízení / rychlé výměny nástrojů



**Obrázek 4: Diagram pracovního procesu v úseku svařovny ve firmě LINET [2]**

Na svařovně je k dispozici 11 svařovacích robotů se systémem dvou otočných stolů a dvou pevných stolů. Využívány jsou také ruční svařovací stroje. V případě svařovacího robota se systémem dvou otočných stolů stojí pracovník i robot na stejném místě a otáčí se stůl, ve druhém případě dvou pevných stolů jsou stoly stabilně na svém místě a mezi nimi se otáčí robot a pracovník přechází mezi stoly. Pro svařování malých sérií, složitých svařenců a různých předsvařování složitých dílů slouží 5 pracovišť ručního svařování, na nichž pracují kvalifikovaní svářeči. Každý svářeč má svojí osobní raznici, kterou se podepisuje a stvrzuje tím svou odpovědnost za kvalitu jím vyrobeného dílu. V případě reklamace se dostává díl zpět na hrubou výrobu, kde se opraví.

Využívanými technologiemi svařování jsou metoda TIG (prováděna na 1 pracovišti) a metoda CO2 (na ostatních pracovištích). Dále jsou využívány technologie bodování a letování. Bodování slouží k uchycení závitu pro potencionální propojení, oproti tomu letováním se spojí materiál buď mosazí, mědí či jiným materiálem. Denně se spotřebuje okolo 25kg svařovacího drátu.

Každé pracoviště má speciální zařízení, které slouží k sledování OEE (celkové efektivnosti zařízení) a její vizuální zobrazení (ať již na obrazovkách tak na intranetu). OEE patří mezi ukazatele zavedení TPM (více v kapitole 5.1.9).

Společnost LINET je schopná provádět kontrolu kvality přímo ve firmě. Samotná kontrola probíhá tím způsobem, že první kus svařeného dílu jde na pracoviště kontroly prvního dílu. Tam se kontroluje s přesností na desetiny milimetrů. Je-li v pořádku, díl dostane zelenou návěsku a slouží pak jako kontrolní etalon, dokud není zakázka celá dokončená. Validace dílů probíhá i na nově zřízeném pracovišti s 3D ramenem, zde je přesnost měřena na setiny milimetrů. Zkoumají se zde i makro výbrusy, které byly dříve zasílány do Prahy na zhodnocení.

V úseku svařovny je využívána metoda „5S“ (viz kapitola 5.1.1), která má za úkol zajistit čisté a příjemné pracoviště, bezpečnost práce, ergonomii na pracovišti, kvalitu procesu, systému a nízkých nákladů. Každý pracovník věnuje 15 minut času na úklid po každé směně a jednou za týden, v pátek, 1 hodinu.

## **2.5 Obrobna**

Vstupním materiálem jsou trubky 4 metry dlouhé, které se na pile nařezou a následně jsou pomocí Kanbanu dodávány k jednotlivým strojům na opracování. Systém „Kanban“ (viz kapitola 5.2.5) spočívá v odvolání materiálu řízeného spotřebou na základě tažného principu. Je účinnou metodou pro řízení a sledování toku materiálu. Nařezané teleskopické jednotky jsou dávány na stojan a poté následuje finální úprava, kdy se založí 5 sad teleskopických jednotek, stroj si je sám přeměří a opracuje tak, aby bylo možné zasunutí do sebe. Opracování trvá okolo 12 - 15 minut. Denně se zde vyrobí přibližně 300 sloupů. [2]

### 3 Plýtvání

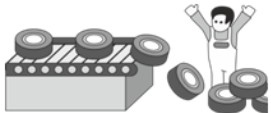

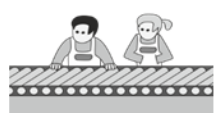




Jedním z prvních kroků při zlepšování výrobních procesů je odhalení plýtvání. Košturiak i Frolík [5] se shodují, že pokud je plýtvání odhaleno, je nalezena potenciální možnost zisku. Za plýtvání se považuje vše, co zvyšuje náklady výrobku nebo služby, aniž by to zvyšovalo jejich hodnotu.

Japonské slovo „muda“ označuje plýtvání nebo také zmar. Vychází z konceptu Kaizen a v oblasti řízení a provozu označuje celou řadu činností, které nepřidávají hodnotu. Bauer [6] ještě dodává, že činnosti nepřidávající hodnotu zároveň způsobují snižování efektivnosti a hospodárnosti organizace.

Majitel LINETu pan Frolík [5] ve své knize uvádí, že každá lidská činnost je složena z procesů, které buď přidávají či nepřidávají hodnotu konečnému produktu. Vše, co je vkládáno do výrobního procesu, stojí peníze. Patří sem materiál, čas, stroje, lidská práce, a další. Muda je tedy označení pro skutečnosti, které výrobnímu procesu hodnotu nepřidávají, a za které zákazník nehodlá zbytečně platit.

#### 3.1 Základní druhy plýtvání

Muda zaměřená především na podniky výrobního sektoru rozlišuje 7 hlavních druhů plýtvání (viz obrázek 5). V některých společnostech jdou ještě dál a například v Koncernu Volkswagen [7] rozlišují 9 druhů plýtvání. V této práci bude zmíněno 7 základních druhů plýtvání, které uvádí například Mašín s Vytlačilem [8] nebo také Jirásek [9] a další autoři.

			
1. Nadvýroba	2. Nadbytečné zásoby	3. Čekání	4. Transport
			
5. Pohyb	6. Nadbytečné zpracování	7. Vady	

Obrázek 5: Grafické znázornění 7 druhů plýtvání podle VW [10]

### 3.1.1 Nadvýroba

Znamená připravit výrobky, služby a informace dříve, rychleji a ve větším objemu, než interní či externí zákazník požadoval. Toto plýtvání je nejhorším ze všech 7 - ti druhů plýtvání, neboť pokud existuje nadvýroba, dochází i k dalším 6 - ti druhům plýtvání.

#### ZNAKY NADVÝROBY:

- hromady hotových výrobků,
- plné zásobníky či dopravní úseky,
- dlouho ležící dodavatelské díly/polotovary,
- šrotování/akce se zvláštní cenou.

#### METODY PRO ODSTRANĚNÍ:

- zajištění One piece flow,
- využití metody SMED,
- dodržování standardů,
- aplikace metody TPM,
- zabezpečení vysoké kvality,
- využití vhodného systému plánování výroby.

### 3.1.2 Nadbytečné zásoby

Velké zásoby materiálu a polotovarů, materiál je dodáván příliš brzy, nebo je ho příliš mnoho.

#### ZNAKY NADBYTEČNÝCH ZÁSOB:

- zastavěné dopravní plochy,
- dlouho ležící dodavatelské díly/polotovary,
- hledání dílů či dokumentů,
- velká potřeba prostoru,
- dlouhé přepravní cesty.

#### METODY PRO ODSTRANĚNÍ:

- pevný zákaznický takt,
- zavedení metody Kanban,
- aplikace metody SMED,
- využití metody One piece flow,
- „zhuštění“ přípravy materiálu.

### 3.1.3 Čekání

Vzniká vždy tam, kde si lidé při práci překázejí, člověk čeká na člověka, člověk čeká na stroj.

#### ZNAMY ČEKÁNÍ:

- čekání na ukončení předcházejících procesních kroků,
- čekání na opravu nebo přeseřízení stroje,
- čekání na osobu či osoby pro provedení společné práce,
- čekání na materiál,
- čekání na informace.

#### METODY PRO ODSTRANĚNÍ:

- pevný zákaznický takt,
- zvýšení samostatnosti pracovníka při řešení nestandardních situací,
- vícestrojová obsluha,
- zjednodušení materiálových toků,
- metoda One piece flow.

### **3.1.4 Transport**

Zbytečné přemísťování materiálu a výrobků mezi procesy (rolí zde může hrát i nadvýroba), odchýlení se od plánovaných procesů.

#### ZNAMY TRANSPORTU:

- několika-násobná manipulace s díly/paletami/dokumenty,
- dlouhé přepravní cesty,
- mezisklad a přeplněné sklady,
- špatný layout podniku.

#### METODY PRO ODSTRANĚNÍ:

- zajištění plynulosti výroby (takt),
- zamezení nadvýroby,
- dodržování standardů,
- předmontáž v blízkosti linek,
- linková logistika.

### **3.1.5 Pohyb**

Za účelem vyzvednutí či odložení nástrojů / dílů, předání informací nebo pohyb člověka při manipulaci s ovladači nebo se strojem v procesu.

#### ZNAKY POHYBU:

- dlouhá chůze,
- zbytečné pohyby pracovníků při operaci,
- přenášení dílů/nástrojů/dokumentů,
- manipulační cesty robotů,
- hledání osob/materiálu na pracovišti.

#### METODY PRO ODSTRANĚNÍ:

- metoda Optimalizace dosahu,
- práce v jednom taktu,
- metoda One piece flow,
- mechanizace procesů,
- dodržování standardů.

### **3.1.6 Nadbytečné zpracování**

Zbytečná kvalita nebo zpracování, kterou zákazník již nepožaduje.

#### ZNAKY NADBYTEČNÉHO ZPRACOVÁNÍ:

- duplicitní činnosti,
- několikanásobné zkoušení,
- repase,
- opakující se kvalitativní závady,
- obalový materiál.

#### METODY PRO ODSTRANĚNÍ:

- standardizované postupy,
- dostatečná komunikace,
- nízkonákladová automatizace,
- využití jednoduchých provozních prostředků a nástrojů.

### **3.1.7 Vady**

Výroba zmetků je neefektivní, znamená dodatečnou námahu, vysoké náklady a ztrátu času.

#### ZNAKY VAD:

- zmetky,
- repasní akce,
- záměny,
- prodlení v termínech,
- opakující se problémy.

#### METODY PRO ODSTRANĚNÍ:

- metoda Poka-Yoke,
- standardizované procesy,
- dodržování kvality,
- zastavení procesu při odchylkách.



**Dalšími druhy plýtvání mohou být:**

- nevyužitý potenciál pracovníků a jejich tvořivosti,
- neergonomický způsob práce,
- nedostatečná komunikace,
- zbytečná administrativa
- zbytečné zatěžování zákazníka,
- a jiné. [11]

### **3.2 Identifikace plýtvání**

Má-li být eliminováno plýtvání ve výrobě (či jiných oblastech), je nutné ho umět identifikovat a měřit. Pro zpráhlednění daného procesu se jako základní metoda využívá Procesní mapa. V praktické části je Procesní mapa zpracována jako jednodušší schéma (kap. 6.2), neboť pro identifikaci plýtvání na hrubé výrobě ve firmě LINET je vhodnější použití metod Mapování toku hodnot (kap. 6.3), Mapy plýtvání (kap. 6.4) a Špagetového diagramu výrobku (kap. 6.5).

#### **3.2.1 Procesní mapa**

Lukasík a kolektiv [12] popisují procesní mapu jako přehledné členění všech procesů a činností v organizaci. Procesy jsou obvykle členěny dle přidané hodnoty v organizaci na hlavní procesy, řídicí procesy a podpůrné procesy. Pro přidělení procesů do jednotlivých skupin je nutné nejdříve odpovědět na následující otázky uvedené v tabulce 1.

**Tabulka 1: Základní typy procesů [13]**

<b>Kritérium identifikace procesu</b>	<b>Hlavní procesy</b>	<b>Řídící procesy</b>	<b>Podpůrné procesy</b>
Přidává proces hodnotu?	Ano	Ne	Ano
Prochází proces napříč společností?	Ano	Ano	Ne
Produkuje proces tržby?	Ano	Ne	Ne
Má proces externí zákazníky?	Ano	Ne	Ne

Hromková [13] definuje hlavní činnosti ve firmě, jako procesy, které naplňují poslání společnosti, a jsou tedy hodnototvorné. Takový proces má přímý kontakt s externím zákazníkem a představuje klíčovou oblast podnikání společnosti (např. logistika, výroba, prodej). Pro podporu hlavních procesů vznikly procesy podpůrné, které pojišťují

podmínky pro fungování hlavních procesů a zajištění produktu vnitřnímu zákazníkovi (např. řízení lidských zdrojů, IT podpora, ekonomické řízení, ...) Řídící procesy vytváří prostředí pro správné fungování procesů ostatních. Zabezpečují řízení, integritu společnosti a rozvoj firmy (např. řízení kvality, strategické plánování).

### 3.2.2 Mapování toku hodnot (Value Stream Mapping)



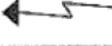





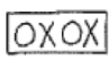









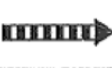





Základní metodou pro zeštíhlení podniku je mapování toku hodnot - v anglickém překladu Value Stream Mapping (zkratka VSM). Rother [14] uvádí, že tato metoda je skvělým a efektivním pomocníkem pro analýzu, vizualizaci a měření plýtvání v celém podniku. Výsledkem mapování procesu je mapa toku hodnot, který v sobě zahrnuje materiálové i informační toky. Síla této metody spočívá v rychlosti a jednoduchosti, kdy za několik hodin je možné s pomocí papíru, tužky a gumy získat přehled o plýtvání v podniku.

Mapa je zakreslována pro klíčový komponent, reprezentanta skupiny výrobků nebo vytipováním určitého představitele výrobní rodiny.

**Nákres mapy současného stavu:**

- 1) Zjištění požadavku zákazníka:
  - měsíční požadavek,
  - denní požadavek,
  - počet pracovních dní v měsíci,
  - disponibilita za den,
  - takt zákazníka,
  - takt montáže.
- 2) Zakreslení výrobních procesů podle fyzického rozložení (layout výroby) – kreslí se zleva doprava co nejjednodušeji.
- 3) Sběr informací z procesu – pro každou operaci se z procesu zjišťují následující informace:
  - **počet operátorů** [ks],
  - **cyklový čas** [min] (standardizovaný čas potřebný pro vykonání operace (výroby jednoho kusu) strojem nebo pracovníkem),
  - **čas na přestavbu** [min] (čas potřebný pro přetypování stroje z jednoho typu výrobku na další),
  - **disponibilita** [min] (čistý pracovní čas za den uváděný bez povinných přestávek),

- **směnnost** (R - ranní, O - odpolední, N - noční),
  - **velikost výrobní dávky** [ks] (vychází se z požadavku zákazníka),
  - **vzdálenost** [m].
- 4) Využití značek při zakreslování – pro vytvoření mapy a zakreslování jednotlivých činností se používají ikony uvedené na následujícím obrázku 6.
- 5) Zakreslení informačního toku – kreslí se zprava doleva a zjišťuje se následující:
- zjištění způsobu objednávání materiálu a vazby na systém plánování a řízení výroby,
  - zjištění komunikace s dodavatelem a zákazníkem,
  - zmapování současného systému plánování a řízení výroby.
- 6) Výstup z mapy současného stavu:
- suma časů přidávajících hodnotu,
  - suma časů, kdy se materiál zdržel v zásobě.

	ruční přenos informací		kaizen akce		elektronický přenos informací
	výrobní proces		zásobník		výrobní plán
	dodavatelé, zákazníci		FIFO sekvence		výrobní mix
	data, parametry procesu		kanban zásobník		kanban pozice
	zásoba		pull – odebrání materiálu		signální kanban
	dodávka autem		obsluha, pracovník		výrobní kanban
	push – tlačení materiálu		oprava, vícepráce		plánování podle situace – „go see“
	dodávka zákazníkovi		zmetky		kanban s dávkami

Obrázek 6: Značky využívané při tvorbě mapy hodnotového toku [14]

Výsledný poměr (VA index – Value Added index) určuje, kolik % z celkové průběžné doby výroby tvoří plýtvání a kolik práce přidávající hodnotu.

### 3.2.3 Analýza a měření práce

Studium pracovních metod patří mezi klasické nástroje průmyslového inženýrství. Autoři magazínu IPA Slovakia [15] ve svém článku popisují, že cílem analýzy a měření

práce je kvantifikace plýtvání, zvyšování bezpečnosti na pracovišti, definování časových norem a zvyšování produktivity.

#### **Postup při analýze a měření:**

- 1) Výběr zkoumané práce
- 2) Záznam skutečností o vybrané práci
- 3) Přezkoumání dané práce
- 4) Návrh nové a efektivnější metody
- 5) Zhodnocení alternativ pro zlepšené metody
- 6) Definice nové metody
- 7) Zavedení nové metody
- 8) Udržování nového stavu

#### **Metody pro analýzu práce**

Vavruška [16] ve svém projektu zmiňuje, že pro zaznamenání faktů o práci a procesu se využívají zejména tyto metody:

- Záznam pohybu materiálu:
  - špagetový diagram,
  - procesní diagram,
  - nitkový diagram.
- Souslednost procesů:
  - procesní diagram pracovníka, pracoviště a zařízení,
  - diagram obouručních činností.
- Záznam časového průběhu:
  - snímek pracovního dne,
  - chronometráž.
- Další:
  - mapa plýtvání,
  - videosnímek,
  - fotodokumentace.

Pro praktickou část této práce jsou vybrány pouze metody vhodné pro identifikaci plýtvání na hale hrubé výroby ve firmě LINET, a ty budou blíže popsány. Těmito metodami jsou Mapa plýtvání a Špagetový diagram – výrobek.

## **Mapa plýtvání**

Tato mapa není příliš známá, Pavelka [17] ji však uvádí jako velmi přehledný a efektivní nástroj při identifikaci plýtvání. Mapa plýtvání vzniká přímo v úseku výrobní dílny, kde firma zaznamenává nejvíce ztrát. Jako pomůcky k tvorbě mapy plýtvání postačí papír, tužka a fotoaparát. Důkladným pozorováním a fotodokumentací daného výrobního procesu lze odhalit některá ze základních 7 druhů plýtvání uvedených v kapitole 3.1.

## **Špagetový diagram**

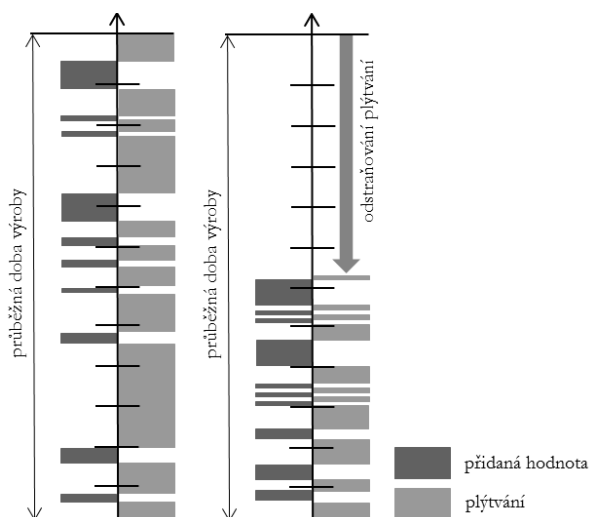
Miller [18] uvádí, že špagetový diagram zaznamenává veškerý pohyb pracovníka (případně vybraného výrobku) v rámci výrobní dílny. Tato analýza pomáhá odhalit zbytečné pohyby, které mohou být odstraněny.

Do půdorysného schématu výrobní plochy (layoutu zhotoveného v měřítku 100:1) jsou vyznačena místa, kde jsou vykonávány sledované činnosti. Na základě čar mezi jednotlivými pracovními místy lze vyvodit frekvenci pracovních a manipulačních činností. Tyto trasy je možné změřit a získat celkové množství metrů, které výrobek ujde po dobu jeho vzniku.

Studium hledání možností zlepšení se pak zaměřuje zejména na místa s velkým počtem čar. Odhalí se tak množství chůze jak po pracovišti, tak mimo něj. Je tedy dobrým podkladem pro změnu rozmístění pracovišť.

## 4 Principy štlhlého podniku

Identifikace plýtvání a jeho eliminace neznamená jen využívání Lean<sup>5</sup> nástrojů, ale hlavní důraz je kladen na „štlhlé myšlení“. Autor a propagátor managementu toku hodnot Mike Rother [14] říká: „Štlhlá výroba je paradigma a způsob myšlení o výrobě. Je to filozofie, která zkracuje průběžný čas eliminací plýtvání, aby byly včas dodávány výrobky vysoké kvality při nízkých nákladech.“ Odstranění plýtvání znamená zkrácení výrobní doby a tím přínos zisku (viz obrázek 7).



Obrázek 7: Graf času/hodnoty - štlhlé procesy znamenají rychlejší vydělávání peněz [5, p. 18]

Vedení úspěšné konglomerátní americké společnosti Honeywell International [19] uvádí, že štlhlé myšlení začíná u vysoce postavených manažerů, kteří mají za úkol směřovat své podřízené, dělníky a ostatní zaměstnance k tomuto myšlení. Zavádění štlhlých procesů znamená odstranění plýtvání, rychlejší reakci na požadavky zákazníků, větší výdělky, spokojenost na obou stranách a to je právě klíč k úspěchu. Mezi 5 základních principů pro štlhlý podnik patří:

### Princip 1: Určení hodnoty v očích zákazníka

Jak praví jedno moudré přísloví „Náš zákazník, náš pán“ - spokojenost zákazníka je ukazatelem úspěšnosti podniku. Spokojený zákazník se bude rád vracet, dělat firmě reklamu, doporučí ji, či přizve rodinu nebo známé. Nespokojený zákazník nejenže pravděpodobně přejde ke konkurenci, ale také může o firmě mluvit velmi nelichotivě a odradit tak potenciální zákazníky.

<sup>5</sup> Lean = štlhlé

## **Princip 2: Identifikace toku hodnot, zamezení plýtvání**

Pro identifikaci plýtvání je nutné všechny činnosti v procesu rozdělit na dvě skupiny - na činnosti přidávající hodnotu a činnosti nepřidávající hodnotu. Podrobněji jsou tyto činnosti popsány v kapitole 3 a 3.1.

## **Princip 3: Vytvoření toku hodnot „taženého“ zákazníkem**

Tokem hodnot rozumíme proces, při kterém se produkt nezastaví od chvíle vstupu do procesu. Tok je důležitý, a jeho zlepšováním lze dosáhnout pružných pracovních procesů, snížení investic, zkrácení doby výroby, zlepšení produktivity, aj.

Debnár [20] si myslí, že pro správný běh toku je důležitý tah. Systém tahu se řídí zákazníkem, systém tlaku funguje bez informací o výrobě a neřídí se požadavkem zákazníka. Zakázky jsou řízeny skutečnou spotřebou, nikoliv odhadem či plánem. Produkt není vpuštěn do procesu, dokud následující pracoviště není schopno tento výrobek zpracovat. Výroba se nehromadí, ale plynule „teče“ procesem.

## **Princip 4: Zapojení a zplnomocnění zaměstnanců**

Ve většině firem po celém světě řídí a řeší problémy management, který je ale značně vzdálen od procesů, o kterých rozhodují. Nápad na zapojení zaměstnanců a jejich motivace k podávání návrhů na zlepšení, zefektivňuje procesy ve firmě, neboť oni znají činnosti v provozu nejlépe a vědí, kde jsou skryté rezervy. Podílením se na návrzích a změnách dochází také k aktivizaci ostatních pracovníků.

## **Princip 5: Neustálé zlepšování ve snaze o dokonalost**

Není zde řeč o jednorázovém zlepšení, ale o postupném a neustálém zlepšování. Tajemství úspěchů japonských firem a společností spočívá v jediném slově - Kaizen (KAI – změna a ZEN – dobrý, lepší). Guru Kaizenu Masaaki Imaie [21] ve své publikaci prohlašuje, že Kaizen je právě to, co západní firmy nemají, či dokonce odmítají. Hlavní rozdíl mezi japonskými a západními firmami je tak v tom, že Japonci vsadili na neustále zdokonalování (Kaizen) a západní firmy na inovace. Rozdíl mezi Kaizen a inovací je velký. Kaizen udržuje a zdokonaluje pracovní standardy pomocí postupných a malých zlepšení. Finanční stránka podniku tedy tolik neutrpí, v samotném výsledku si polepší. Oproti tomu inovace vyžaduje změny více radikální,

kteřé jsou spojeny s rozsáhlými investicemi do nových technologií a vybavení. Kavan [22] naopak říká, že inovace je důležitá a potřebná.

Do systémů Kaizen jsou zapojeni všichni. Od vrcholových manažerů, po řadové zaměstnance. Spadají sem hlavní systémy pro dosažení světové kvality, absolutní kontrola kvality, absolutní údržba výrobních prostředků, realizace politiky, systém zlepšovacích návrhů a činnost dobrovolných kroužků.



## 5 Metody pro eliminaci plýtvání

Nástroje štíhlé výroby a štíhlé logistiky vedou k eliminaci všech forem plýtvání, které se v jisté míře vyskytují v každém výrobním systému. Tyto metody vycházejí z principů a filozofie štíhlého podniku uvedených v kapitole 4. Uhrová [23] ve svém článku uvádí, že štíhlá výroba nemůže existovat bez štíhlé logistiky. Svá slova obhajuje tím, že nelze štíhle vyrábět bez kvalitních vstupních materiálů, nedostatku materiálu ve výrobním procesu, či bez obsluhy výroby dle jejich požadavků.

### 5.1 Metody štíhlé výroby

Z hlediska eliminace je základem štíhlé výroby především štíhlé pracoviště, kam spadá metoda 5S a vizualizace. Důležitá je i týmová práce, neboť většina plýtvání v podniku spočívá v nedostatečné či špatné komunikaci. Dalšími prvky štíhlé výroby jsou metody TPM a SMED, které se týkají vztahu mezi operátorem a strojním zařízením. Neméně důležitá je i kvalita a standardizovaná práce. Také dodržování ergonomie a dosahů na pracovišti hrají svou roli.

#### 5.1.1 Metoda 5S

Jedna z metod řízení kvality, známá také pod názvem Organizace pracoviště, je již ve všech úsecích hrubé výroby aplikována. 5S systematicky vede pracovníky k odstranění nepotřebných věcí z pracoviště, zajištění organizace potřebných nástrojů, přípravků a součástí z pohledu ergonomie a omezení časových ztrát jejich hledáním. Bauer [6] i Hirano [24] se shodují, že 5S je vhodným systémem pro udržování čistoty na pracovišti a popisují jej následovně:

5S je programem 5 základních principů organizace pracoviště, vycházejících z 5 japonských slov:

1. S (Seiri) – odstranit nepotřebné:
  - jasně identifikovat, co je na pracovišti nutné a co je zbytečné,
  - od podlahy ke stropu vytipovat zbytečné věci, označit je, postupně vyřadit a odstranit.
2. S (Seiton) – organizovat:
  - znamená mít věci na správném místě, k použití ve správný čas.
3. S (Seiso) – uklízet:
  - denně provádět úklid, čištění a údržbu zařízení.
4. S (Seiketsu) – standardizovat:

- zavést a dodržovat standardy čistoty,
  - každý je zodpovědný za své pracoviště,
  - nikdo neuspěje sám, důležité je spolupracovat,
  - nedovolit navrácení věcí do původního stavu,
  - zavést úklid jako součást prevence úrazů a ochrany zdraví při práci.
5. S (Shitsuke) – vyžadovat disciplínu:
- nespoléhat se na to, že se uklízí na konci směny,
  - úklidová disciplína se musí dostat všem do podvědomí, z úklidu udělat zvyk,
  - dodržovat kulturu prostředí, pak je teprve možné cítit se v práci jako doma.

### **Cíl metody 5S**

Cílem je zjednodušení a usnadnění práce, zvýšení bezpečnosti. Hlavními faktory jsou materiál, nástroje, zařízení, různé pomůcky a čistota na pracovišti. Pomocí této metody se usiluje o maximální kvalitu, spokojenost zákazníka, minimální náklady a kvalitní služby. Problémy, které pomáhá řešit, vyjmenovává Imai [4]:

- nedokonalý přenos informací mezi jednotlivými pracovišti,
- částečná apatie pracovníků k nepořádku,
- přílišný výskyt neudržovaných ploch a zařízení,
- nepořádek a přebytečné věci,
- skryté abnormality na strojích a zařízeních.

#### **5.1.2 Vizuální management**

Informace jsou z více než z 83 % přijímány zrakem. Zrak má největší kapacitu ze všech smyslových orgánů a spolu se sluchem zajišťuje přijímání největšího množství informací.

Vizuální management lze tedy charakterizovat jako souhrn grafických nástrojů, obrázků, pomůcek, které zpřehledňují procesy a pomáhají chápat situaci všem určeným jedincům. Vizualizace šetří čas a pomáhá předcházet nedorozumění. Vizuální management jako systém pomáhá odpovídajícími technikami zpracovat a představit informace orientované na cílové skupiny. Teprve viditelné zobrazení upozorňuje všechny zúčastněné, že je potřeba jednat. Přehledná a jednoznačná vizualizace je hojně využívána i v oblastech každodenního života.

Bauer a kolektiv [6] zmiňuje základní vizualizační techniky, kam patří barevné kódování a značení, obrázky, grafika, kanban, barevné čáry a linie, signalizace, nástěnky a informační tabule, diagramy, obrázková dokumentace, barevné značení abnormalit, checklisty a obrázková dokumentace. Tyto vizualizační techniky jsou součástí štíhlé výroby a štíhlé logistiky.

### **Cíl vizuálního managementu**

Je vhodným nástrojem pro rychlé rozpoznání odchylek od standardu. Cíl je jasný – varovat, upozorňovat, orientovat či zdůraznit pravidla. Hirano [24] prohlašuje, že vizuální management pomáhá vytvářet a udržovat firmě konkurenční výhody, systematický přístup ke zlepšení v organizaci, vizualizovat problémy čímž je zároveň napomáháno k jejich vyřešení, udržovat bezpečnost na pracovišti atd.

#### **5.1.3 Týmová práce**

Jedna z efektivních organizačních forem práce, která umožňuje využití potenciálu zaměstnanců a umožňuje podílení se na vizích společnosti. Čadilová [25] definuje tým jako malou skupinu lidí se stejným cílem a stejnou odpovědností. Je však velmi důležité, aby tým tvořili pracovníci, jejichž kompetence se vzájemně doplňují. Velikost týmu je individuální, ale častý počet je 5-8 pracovníků. V čele týmu stojí většinou mistr. Týmová práce dává zaměstnancům zodpovědnost při řešení problémů (krátkodobých i dlouhodobých) a pocit důležitosti, což je výbornou motivací. Týmová práce je založena na komunikaci a spolupráci v týmu, mezi týmy navzájem a mezi týmy a vedoucím managementem.

### **Cíl týmové práce**

Košťuriak a kolektiv [5] konstatuje, že cíle a výsledky týmové práce se netýkají pouze sféry hospodářské, ale také zde jde o samotné zaměstnance, tedy sféru sociální. Výsledkem týmové práce je zvýšení kvality, produktivity, bezpečnosti práce, ekologie a snížení nákladů. Zaměstnanec práce v týmu motivuje k lepším výkonům, učí je zodpovědnosti a přináší spokojenost.

#### **5.1.4 Práce se standardy**

Pro pochopení metody práce se standardy je vhodné vymezit pojem „standard“. Standard popisuje nejlepší, aktuálně známý postup k provádění operace a zároveň vytváří podmínky pro bezpečné, ergonomické a kvalitní procesy s vysokým podílem přidané hodnoty. Pozorováním je pak možné zjistit, zda to, co se má dělat se skutečně dělá. Práce

se standardy úzce souvisí s vizualizací a týmovou prací. Klasický postup je vytvoření a popis jednotlivých operací a jejich správný sled. Je-li to možné, měly by být využity co nejvíce fotografie, náčrty či technické výkresy [5].

### **Cíl práce se standardy**

Standardy mají za cíl naučit zaměstnance trénované rutinní postupy tak, aby docházelo k co nejméně chybám a odchylkám v pracovním postupu. Lze díky nim také jasně vidět plýtvání, zajistit bezpečnost v pracovních procesech a kvalitě výrobku. Nespornou výhodou jsou menší variace, plochy a služby.

#### **5.1.5 Ergonomie**

*„Ergonomie je vědecká disciplína, která se zabývá vztahy mezi člověkem a ostatními prvky systému a využívá poznatků, údajů, zásad a metod k takovému řešení, aby bylo dosaženo optimální polohy člověka při jeho činnosti a požadované výkonnosti.“<sup>6</sup>*

Věda a technika jde stále kupředu a přináší nové stroje, nové technologie, zařízení i metody práce. Vzniká nepoměr požadavků a nároků na schopnosti zaměstnanců, kteří mají vykonávat určité činnosti a obsluhovat stroje. Následky tohoto nepoměru mohou být přetížení člověka, jeho únava, selhání a možné poškození zdraví. Chundela [26] si myslí, že právě proto vznikla ergonomie, která má za úkol změnit tento „mechanocentrický“ přístup (navržení techniky bez přihlédnutí k limitům člověka). Vhodná ergonomie přispívá k pracovní pohodě pracovníka, jeho ochraně zdraví, ale má také svůj ekonomický význam. Souvisí s kvalitou práce a tudíž i produktivitou. Tím, že bude firma dbát na dodržování ergonomických pravidel, bude zároveň odstraněno plýtvání.

Ergonomie bere v potaz nefyziologické pracovní polohy, optimální výšku pracovní roviny, dosahy horních končetin, požadavky na prostory pracoviště a manipulaci s břemeny.

### **Cíl ergonomie**

Polohy, které jsou z pracovního hlediska nefyziologické, je třeba vyloučit či povolit jen krátkodobě nebo výjimečně. Mezi nefyziologické pracovní polohy patří hluboké předklony, záklony, úklony, rotace trupu, rotace hlavy, vzpažení horních končetin nad úroveň ramen a hlavy, polohy v kleče, v dřepu, mezní polohy kloubů horních a dolních

---

<sup>6</sup> Definice ergonomie přijatá na 14. kongresu IEA v San Diegu 2001

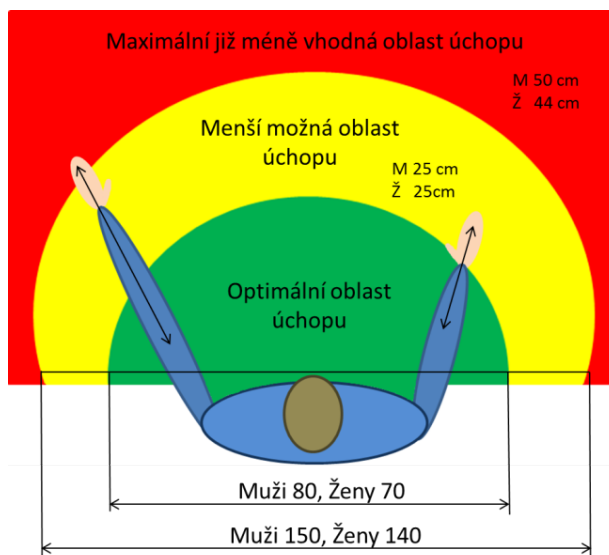
končetin, a jiné. Řešením těchto problémů může být rotace zaměstnanců, střídání poloh nebo zavedení bezpečnostních přestávek.

#### 5.1.6 Optimalizace pracoviště

Optimalizace pracoviště vychází z ergonomického způsobu práce a standardizuje výšku pracovních rovin, dosahy horních končetin, optimální oblast úchopu, požadavky na prostory pracoviště a také manipulaci s břemeny.

Výška pracovní roviny se většinou vztahuje k danému druhu vykonávané práce, optimální výška pracovní roviny byla zvolena na hodnotu mezi 930 – 1180 mm.

Dosahy horních končetin zobrazují optimální oblast úchopu, méně vhodnou oblast a oblast, jež by se měli pracovníci vyhýbat. Jak lze vidět na obrázku 8, jsou zde i popsány hodnoty v centimetrech pro muže i ženy.



Obrázek 8: Dosahy horních končetin [27]

Požadavky na prostory pracoviště uvádí IPA Slovakia [28], zmiňují volnou plochu na 1 zaměstnance, která je 2 m<sup>2</sup>, bez jakéhokoliv zařízení a spojovacích cest. Plocha pro pohyb nesmí být zúžena pod 1 m. Stroje a zařízení musí být vzdáleno minimálně 0,6 m od pevných překážek. Průchodová ulička jednosměrná má mít minimálně 0,85 m.

Manipulaci s břemeny je třeba co nejvíce omezit, neboť je příčinou zdravotních poškození pohybového aparátu. Tento problém lze řešit pomocí vhodných manipulátorů. V normě ČSN EN 1005 – 2<sup>7</sup> [29] je u mužů uvedena maximální hmotnost břemene 30 kg,

<sup>7</sup> ČSN EN 1005 – 2 - Bezpečnost strojních zařízení – fyzická výkonnost člověka

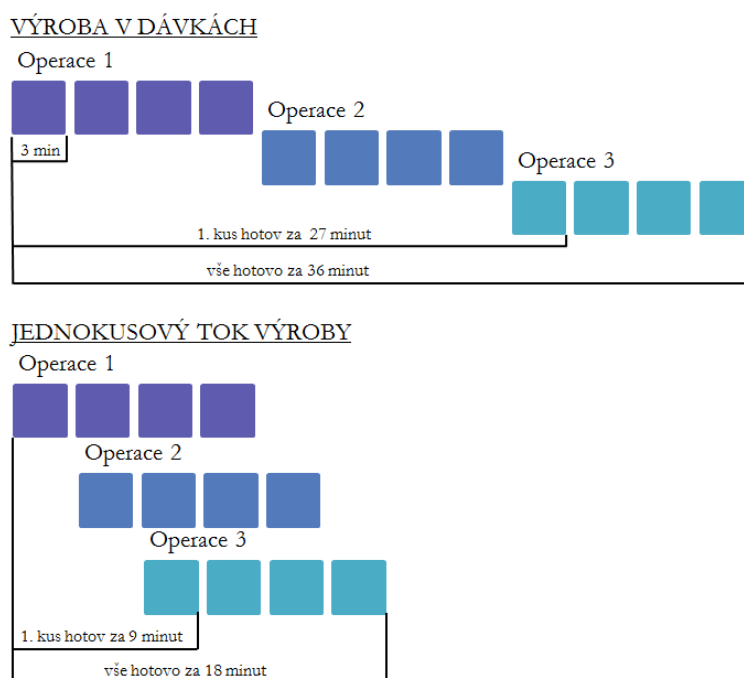
u žen 15 kg. Maximální přípustná hmotnostní limita za směnu je u mužů 10 000 kg, u žen 6 500 kg.

### Cíl optimalizace pracoviště

Cílem optimalizace pracoviště je zabránění zbytečným pohybům, umožnění ergonomických pracovních postupů, podpora práce s používáním obou horních končetin, možnost úchopu „naslepo“ a umožnění uchopení v bezprostředním poli pohledu.

#### 5.1.7 Tok jednoho kusu (One piece flow)

Jedná se o způsob výroby, při kterém výrobek prochází jednotlivými operacemi procesu bez přerušování a čekání. V určitý časový okamžik je tedy vyráběn na dané operaci pouze jeden výrobek, který je bezprostředně předán na operaci následující. Odpadají zde mezizásoby a proto je předcházeno plýtvání nadbytečnými zásobami a čekáním. Opačným procesem k toku jednoho kusu je výroba v dávkách [30]. Příklad grafického srovnání výroby v dávkách a jednokusového toku výroby je na obrázku 9.



Obrázek 9: Výroba v dávkách a jednokusový tok výroby [31]

### Cíl metody toku jednoho kusu

Po aplikaci metody by mělo dojít ke snížení průměrné doby výroby, snížení rozpracovanosti, k redukci výrobních ploch, k rychlejší identifikaci nekvality a identifikaci úzkého místa v procesu.

### 5.1.8 Metoda SMED (Single Minute Exchange of Dies)

SMED nebo-li „Výměna nástroje pod 10 minut“ je metoda vhodná pro přestavbu a seřízení strojů při změně výrobního sortimentu a zároveň pomáhá tento čas snižovat. Metoda SMED se již vyskytuje v úseku dělírný. Pomocí této metody lze vyrábět výrobky v malých sériích.

Metoda rychlého přeseřízení / rychlé výměny nástroje je založena na dvou principech:

1. Interní operace – činnosti v klidu stroje (např. vlastní seřizování nástroje, které je možno provádět v případě zastavení stroje),
2. Externí operace – činnosti v záběhu stroje (např. doprava do skladu, příprava nástroje i stroje – všechny operace, které lze provádět i při chodu stroje).

Mašín ve své publikaci [8] uvádí, že při změnách a seřizování strojů dochází k plýtvání. Toto plýtvání rozdělil do 4 druhů. Patří sem:

- plýtvání při přípravě na změnu,
- plýtvání při montáži a demontáži,
- plýtvání při doseřizování a zkouškách,
- plýtvání při čekání na zahájení výroby.

### Cíl metody SMED

Přínosy aplikace této metody jsou zlepšení výrobního procesu lepší organizací, pořádkem, synchronizací, komunikací, odstranění ztrát kapacit strojů, snížení průběžné doby výroby, snížení počtu chyb při seřizování a zlepšení jakosti, snížení stavu zásob u materiálu a hotových výrobků a zlepšení bezpečnosti práce.

### 5.1.9 Metoda TPM (Total Productive Maintenance)

TPM nebo také „Úplná produktivní údržba“ se orientuje na hardware firmy. Úplná produktivní údržba může obsahovat tyto části:

- odstranění poruchovosti zařízení,
- odstranění potíží s formami,
- výměnu nástrojů,
- odstranění vad,
- zvýšení kvalifikace zaměstnanců – nulové poruchy,
- zlepšení času výměny nástroje, ... [21]

Mezi klíčové ukazatele úspěšnosti zavedení TPM patří OEE (celková efektivita zařízení), MTTR (střední doba času opravy), MTTF (střední doba času poruchy), MTBF (střední doba mezi poruchami) a MDT (střední doba prostojů).

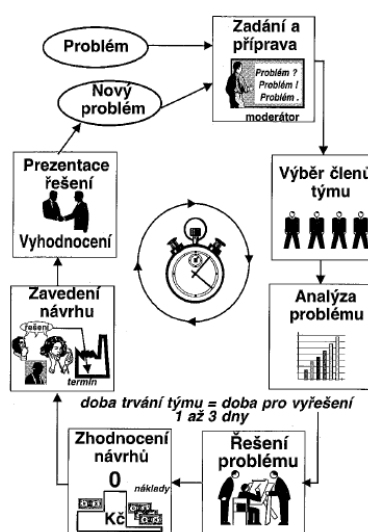
## Cíl metody

Cílem TPM je maximalizace efektivity zařízení s celkovým systémem prevence, která pokrývá životnost zařízení.

### 5.1.10 Workshopy

Nápad na zavedení workshopů měl Dr. Lopéz, autor metodiky KVP<sup>8</sup>, která je založena na moderaci a workshopech. Jde o úlohu moderního průmyslového inženýrství, která má za úkol zvyšování produktivity nefyzickými investicemi (zejména v oblasti organizace a designu práce). Lopéz doporučuje provádět workshopy 3 až 5 dní, naopak podle Vytlačila stačí 1-3 dny [32]. Metodika workshopu je zaměřena na takové plýtvání, které je možné odstranit v co nejkratším termínu za velmi malých či nulových investic. Workshop je ukončen prezentací navržených opatření před vedením firmy a vypracováním katalogu opatření.

Mezi zásady workshopu patří důsledná orientace na plýtvání ukryté hluboko v procesu za účasti všech profesí. Nefyzické investice jsou výhodou, za pomoci moderace, kreativních technik a rychlého zavádění návrhů. Průběh workshopů je znázorněn na obrázku 10.



Obrázek 10: Průběh workshopu [32, p. 41]

<sup>8</sup> KVP = Konzernverrechnungspreise = Plynulý proces zlepšování



## Cíl workshopů

Hlavním cílem workshopů (dále jen WS) je odhalit a eliminovat plýtvání a okamžitě zrealizovat opatření. Nalézt nové způsoby řešení a zavést je do praxe v rámci celkového zlepšování procesů. To vše za nulových či co nejnižších nákladů.

## 5.2 Metody štíhlé logistiky

Na počátku svého vzniku se logistika zabývala pohybem surovin a jeho optimalizací, v současnosti je vědou zabývající se integrovaným plánováním, formováním, prováděním a kontrolou hmotných a informačních toků s nimi spojených [33]. Štíhlá logistika také udává, jak správně vybrat skladový materiál, optimalizovat skladové činnosti, vhodnost tahových a tlakových systémů a další. Štíhlá logistika, pak ovlivňuje tok materiálu (štíhlý layout), skladování, přepravu materiálu mezi operacemi apod.

### 5.2.1 Štíhlé rozmístění pracovišť

Košuriak [5] definuje štíhlé rozmístění pracovišť, nebo-li layout, jako přímý materiálový tok směrem k montážní lince a expedici. Je to právě nesprávně navržené rozmístění pracovišť, které je ve většině firem hlavní příčinou plýtvání. Správně navržený layout přináší úsporu ploch, eliminaci skladových ploch, lepší přehled o pohybu materiálu a zjednodušení řízení výroby. Mezi hlavní parametry štíhlého rozmístění pracovišť patří:

- minimalizace přepravních vzdáleností mezi operacemi,
- minimální plochy na zásobníky a mezisklady,
- přímočaré a krátké trasy,
- sklady v místě spotřeby,
- nízké náklady na instalaci,
- a další.

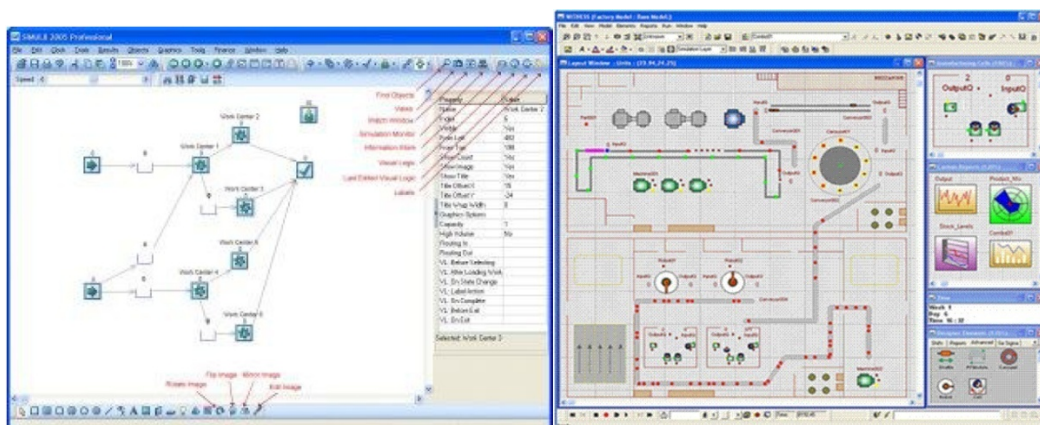
Existují různé druhy uspořádání layoutu. Mezi nejznámější patří technologický, produktový a výrobní buňky. Při technologickém rozmístění pracovišť jsou jednotlivé strojní skupiny rozloženy podle své technologické podobnosti (soustruhy, brusky, frézky, ...). Layout produktový se řídí technologickým postupem daného výrobku. V mnoha případech však z důvodu širokého sortimentu nelze vytvářet pro každý produkt samostatnou linku, řešení často nabízí výrobní buňky, ve kterých se vyrábí skupina produktů, které mají společné charakteristiky (např. výrobní postup, zákazníci, velikost, apod.). Bauer [6] také uvádí, že při zvažování změn týkajících se rozmístění pracovišť linky

musí být zohledněno ergonomické hledisko pracovníka (prostor, výška pracovních ploch, umístění nástrojů, osvětlení atd.).

V praktické části bude aplikováno produktové rozmístění pracovišť, které se po zvážení situace a možností hodí nejvíce, proto je v části řešeršní popsáno detailněji.

### 5.2.2 Softwaru pro dynamickou simulaci

Pro profesionální aplikaci v oblasti výroby a logistiky se pro lepší rozhodování využívají komerční softwarové produkty, které jsou dnes běžně dostupné na trhu. Jedná se o softwaru dynamické simulace. Tyto softwaru mají neskutečnou výhodu, tou je skutečnost, že aniž by bylo nějak zasahováno do procesu, je možné predikovat situaci, která by mohla nastat. Postup simulace je jednoduchý. Do simulačního prostředí jsou zaneseny charakteristiky současného stavu (např. čas výroby, čas seřízení, výrobní dávky, velikost balení,...) a charakteristiky náhodných jevů dle rozdělení pravděpodobnosti (např. poruchovost). Realizace změn v reálu s sebou vždy nese nemalá rizika, dynamická simulace tato rizika minimalizuje tím, že simuluje a modeluje následky různých rozhodnutí. Modelovat a simulovat lze nový, ale i již zaběhnutý systém, kde je potřeba najít nová řešení stávajících situací. Mezi nejznámější softwaru patří produkty „Simul8“ a „Witness“ (obrázek 11).



Obrázek 11: Prostředí softwaru Simul8 a Witness [34]; [35]

### 5.2.3 Sklad

Skład je místo, které slouží k ukládání materiálu, zásob, polotovarů či hotových výrobků. Správné uspořádání skladu může zlepšit tok produktů, snížit náklady na manipulaci, vytvořit zaměstnancům lepší pracovní podmínky. Optimální stavební a prostorové uspořádání konkrétního skladu se liší dle druhu skladovaného materiálu a finančních možností podniku. [36]

Zboží může být ve skladu uspořádáno náhodně (chaoticky) nebo na vyhrazeném místě (pevné přiřazení). Chaotický sklad je vhodný při silně kolísající poptávce po jednotlivých položkách a maximálně využívá skladovací prostor. Vše je zde řízeno počítačem pro řízení a kontrolu vyskladňování a uskladňování. U skladu s vyhrazeným místem se zboží umísťuje vždy na stejné místo. Produktivita práce je zde spojena se znalostí a orientací logistiků ve skladu.

#### **5.2.4 Skladový materiál**

V logistice patří skladový materiál, obalové jednotky, regály, palety a další pod pasivní prvky. Operace prováděné s pasivními prvky mají netechnologický charakter. [37]

#### **Obalové jednotky**

Při přechodu mezi procesy se materiál sdružuje do ucelených jednotek. Tyto jednotky mohou být nejrůznějších rozměrů a velikostí. Obalové jednotky mají několik funkcí, například ochrannou, skladovací, dopravní, manipulační a informační. Patří mezi ně ukládací bedny, přepravky, palety, vaky, roltejny, kontejnery a další.

Ukládací bedny a přepravky jsou určeny pro skladování materiálu a pro mezioperační manipulaci, převážně pro drobnější součástky, náhradní díly, výrobky malých rozměrů apod.

Palety jsou přepravní prostředky s ložnou a opornou podlahou pro vidlicovou manipulaci. Jsou využívány převážně pro mezioperační manipulaci, skladové operace, dá se říci, v celém rozsahu logistických řetězců.

#### **Regály**

Regály nejrůznějších druhů patří k nerozšířenějšímu vybavení skladů. Slouží k odkládání materiálu, polotovarů či hotových výrobků. Regály se primárně dělí na nepřemístitelné a přemístitelné. Dále mohou být konzolové, paletové, policové, spádové a ocelové plošiny.

Konzolové regály jsou vyrobeny z válcových profilů a jsou vhodné převážně k ukládání tyčového, trubkového a deskového materiálu. Regály paletové mají jednoduchý stavebnicový systém, který umožňuje vysokou variabilitu. Paletové regály se mohou dělit dále do podkategorií, a to regálů vjezdných, pojízdných a s pochůznou plošinou. Pro svoji snadnou montáž a demontáž jsou často využívány regály policové, které mají také stavebnicovou konstrukci a vysokou únosnost. Spádové regály mají nakloněná podlaží,

která umožňují průběžné skladování (princip FIFO<sup>9</sup>). Mají dlouhou životnost, je s nimi snadná manipulace, nižší provoz vysokozdvížných vozíků a dlouhá životnost. Další výhodou je také minimalizace pohybu pracovníků

## **Dopravníky**

Pod dopravníky spadají různé manipulační jednotky, jako jsou manuální a automatické vozíky, které slouží k přepravě materiálu a polotovarů z jednoho bodu do druhého bodu. Řadí se mezi aktivní prvky v logistice. Dynamickou část skladového systému tvoří zařízení pro uskladňování a vyskladňování (vidlicové vozíky, regálové zakladače, stohovací jeřáby, výtahy, dráhy a dopravníky různých druhů), s přemísťovací funkcí (válečkové, kladičkové dráhy, vozíky, jeřáby, oběžné systémy) a se skladovací funkcí (vleky, vozíky, oběžné přepravníky apod.).

### **5.2.5 Metoda Kanban**

Japonský výraz Kanban se do češtiny nepřekládá a znamená pojem „signál“ nebo „značka“. Většina společností používá systém tlaku, což znamená, že výrobky jsou vyráběny dle plánu, bez ohledu na to, zda může následující pracoviště pokračovat v práci na výrobku. Tím vznikají zásoby a rozpracované výrobky. Tento druh plýtvání je potřeba omezit. Logickou možností je druhá varianta systému – tah. Dané pracoviště vyrábí a dodává dílec na základě požadavku následujícího pracoviště. Tím nenastává hromadění výrobků v procesu.

Mašín s Vytlačilem uvádí ve své knize [8], že systém Kanban se využívá hlavně pro řízení zásob materiálu. Hlavní myšlenkou tohoto principu je mít zásoby řízené tak, aby v nich nebylo uloženo příliš financí, a zároveň aby nedošlo k zastavení výroby z důvodu nedostatku materiálu. Kanbanová karta je součástí každé krabice s díly na její cestě linkou. Jelikož jsou díly dodávány podle potřeby, potom, co jsou spotřebovány, je kanbanová karta vrácena a může sloužit jako záznam o provedené práci a zároveň jako objednávka dalších dílů.

## **Cíl Kanbanu**

Při použití systému Kanban dochází k definovanému stavu zásob materiálu, tím redukcí nadvýroby a nadbytečných zásob.

---

<sup>9</sup> FIFO je princip First-In-First-Out, kdy první vstupující prvek zároveň ze systému první vystupuje. [49]

### **5.2.6 Metoda FIFO**

Hlavním principem této metody je, že první prvek, který vstupuje do systému, z něj také vystupuje. Jedná se o univerzální a jednoduchou metodu řízení, organizace, manipulace a pohybu materiálu. FIFO se nejvíce využívá v oblasti logistiky a dopravy. Je také vhodná pro mezioperační procesy. [38]

#### **Cíl FIFO**

Požadavky (data, materiál) jsou obsluhovány ve stejném pořadí, v jakém do systému vstoupily. Využití FIFO je zde v přehledu o stavu zásob a zboží na skladě. Má smysl hlavně v situacích, kdy firma přejde z principu tlaku na princip tahu, protože si stanoví minimální zásobu a předejde se tím nadbytečným zásobám.

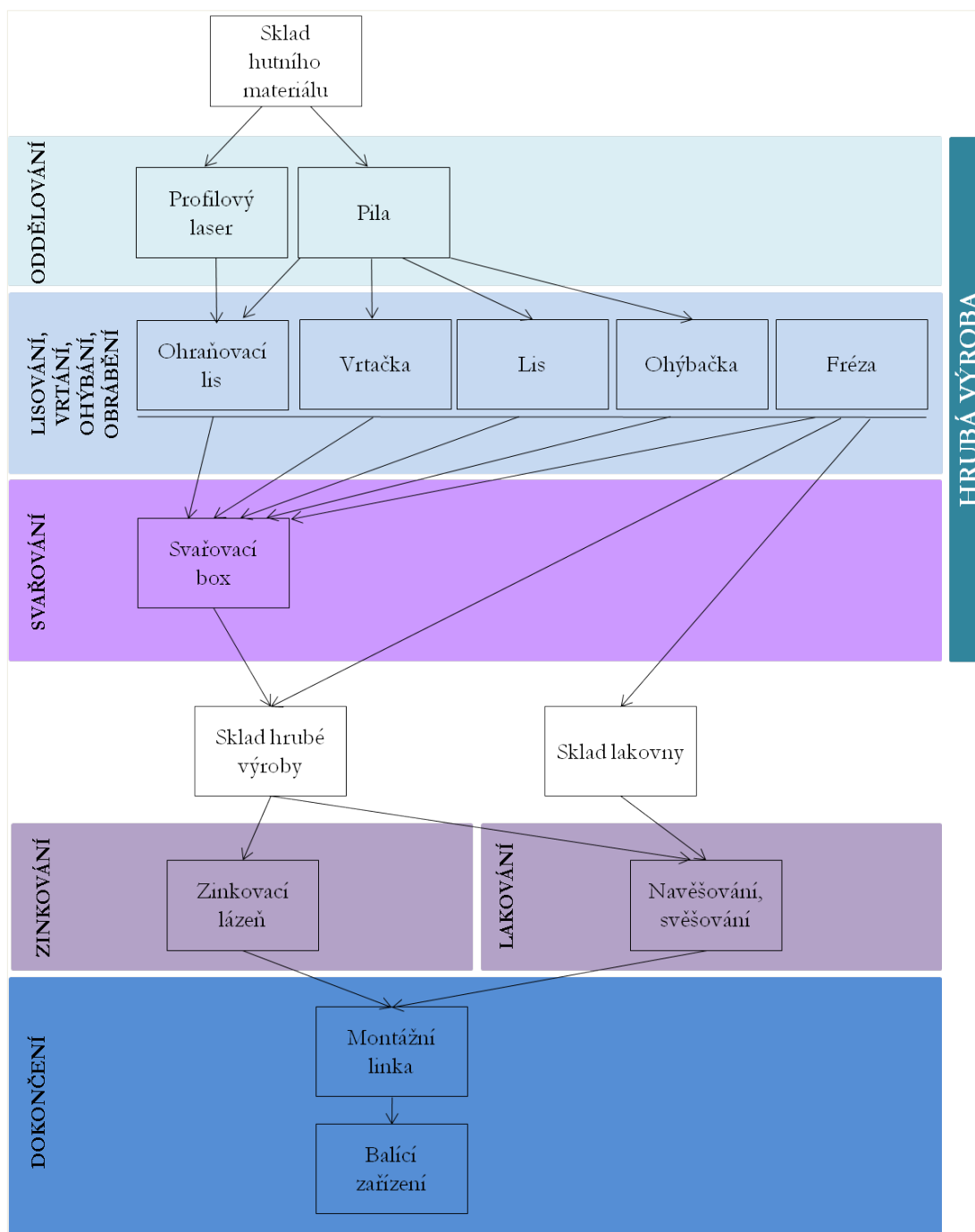
## **PRAKTICKÁ ČÁST PRÁCE**

### **6 Analýza výchozího stavu na hrubé výrobě společnosti LINET**

Prvním krokem při identifikaci plýtvání je zmapování procesu výrobní dílny, kde firma zaznamenává největší ztráty a vidí možnost pro zlepšení. V tomto případě se jedná o úsek hrubé výroby. Po zvážení dané situace byly vybrány pro zmapování vhodné metody, a to Procesní mapa, Mapa hodnotového toku, Mapa plýtvání a Špagetový diagram – výrobek. Procesní mapa je základní mapou pro získání detailnějšího pohledu na vybraný výrobní proces. Mapa hodnotového toku je výborným pomocníkem pro vizualizaci jednotlivých činností, které probíhají na hrubé výrobě, a především ukáže, zda je firma zatížena problémem nadměrných zásob. Pokud existují nadměrné zásoby, ve většině případů se vyskytují i další druhy plýtvání (kap. 3.1). Mapa plýtvání je výsledkem fotodokumentace a času stráveného ve výrobní hale, kdy se pozorovatel zaměřil na 7 základních druhů plýtvání. Špagetový diagram výrobku sleduje, kde se ve výrobním procesu vyskytuje nadbytek pohybu. Postup pro aplikaci těchto metod je uveden v řešeršní části v kapitole 3.2.

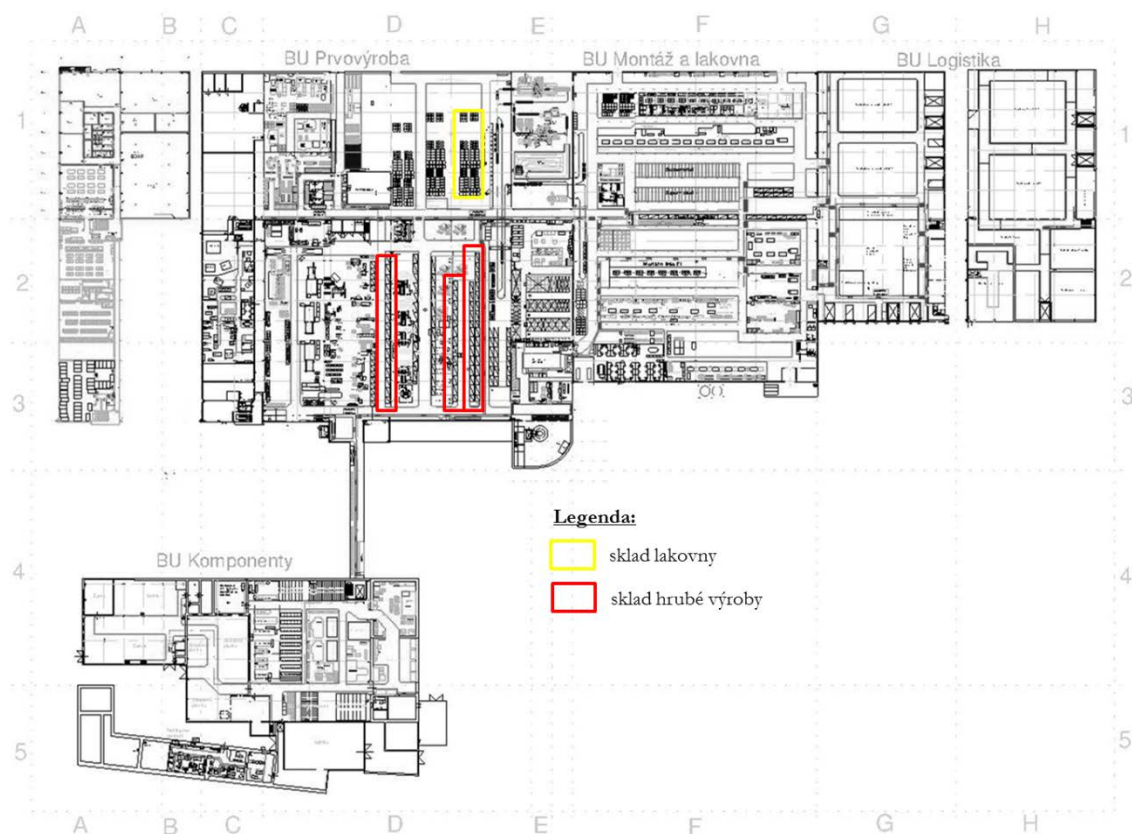
#### **6.1 Obecný popis výrobního procesu v LINETu**

Pro snadnější pochopení toho, jak funguje výroba nemocničních a pečovatelských lůžek na hrubé výrobě, bylo sestaveno obecné schéma výrobního procesu. Výroba polotovarů začíná ve skladu hutního materiálu. Odtud materiál (ocelové pláty, trubky, jekly, a další) pokračuje k operaci oddělování. Při oddělování ocelových plátů se využívá profilových laserů, při oddělování trubek, jeklů a jim podobných se používá pila. Po oddělování následují operace lisování, vrtání, ohýbání, obrábění, a to v závislosti na druhu právě vyráběného polotovaru. Po těchto činnostech kolem 85 % vzniklých polotovarů putuje rovnou do skladu hrubé výroby a zbylých 15 % polotovarů si odebírá sklad lakovny k lakování. Polotovary vyrobené na úsecích hrubé výroby putují k svařování do svařovacích boxů nebo do skladu hrubé výroby. Obecné schéma výrobního procesu je znázorněno na následujícím obrázku 12. Pro lepší názornost toku materiálu je zde popsán proces až po dokončování výrobků, tedy balení, úsek hrubé výroby je barevně odlišen.



Obrázek 12: Obecné schéma výrobního procesu na hrubé výrobě

Skladování je zde tzv. chaotické (detailněji je popsán v kapitole 5.2.3, v rešeršní části této práce), což znamená, že logistici odváží zpracovaný materiál do skladu hrubé výroby, který je umístěn mezi lisovnou a svařovnou a za svařovnou. Tok materiálu z hrubé výroby do skladu hrubé výroby funguje na principu výroby v dávkách (zaznačen na obrázku 13 červeným rámečkem). Sklad lakovny se nachází vedle skladu hotových výrobků (zaznačen na obrázku 13 žlutým rámečkem), který se již řídí požadavkem zákazníka.



Obrázek 13: Zaznačení skladu svařovny a skladu lakovny do layoutu firmy LINET [2]

## 6.2 Procesní mapa

Tato mapa podává informaci o tom, které procesy jsou hlavní – hodnotvorné, které řídící a podpůrné. Popis a vhodný postup při tvorbě procesní mapy jsou blíže popsány v rešeršní části práce v kapitole 3.2.1.

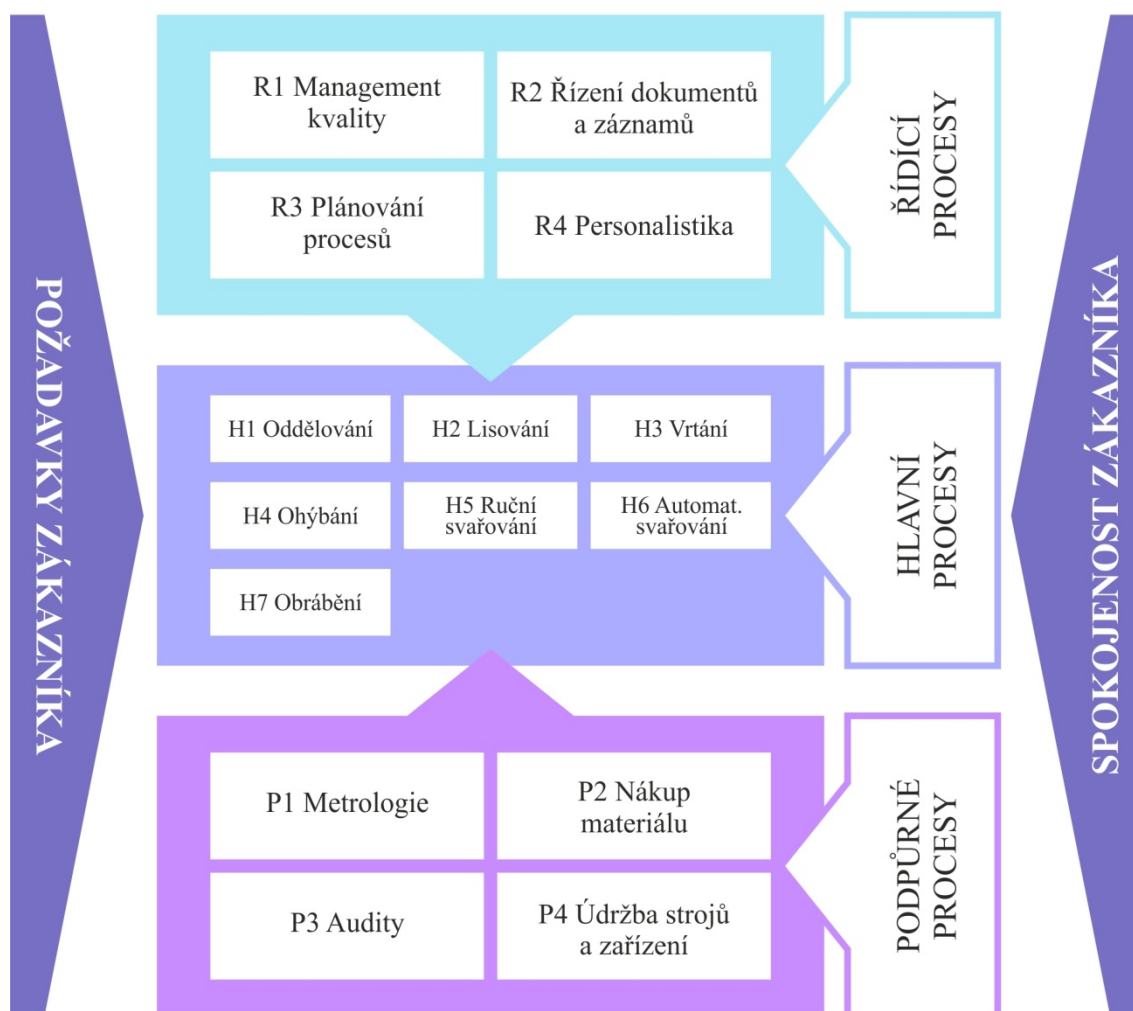
Při tvorbě procesní mapy je důležité si primárně stanovit a popisovat pouze jednu určitou část procesu zaměřenou na jeden konkrétní výstup. V této práci byl vybrán proces výroby probíhající na hrubé výrobě, neboť právě tento proces je nutné co nejlépe poznat a optimalizovat. Dalším krokem je rozčlenění činností probíhajících na hrubé výrobě do tří kategorií a to na hlavní procesy, řídící a podpůrné. Jejich selekce probíhá dle otázek uvedených v rešeršní části této práce v tabulce 1. Toto rozdělení procesů je pro větší přehlednost uvedeno v tabulce 2. Mezi hlavní procesy spadají všechny činnosti týkající se výroby nemocničních lůžek, které probíhají přímo na hrubé výrobě. Po rozřazení do tří kategorií (řídící, hlavní a podpůrné), byly tyto procesy zaneseny do Procesní mapy výroby hrubé výroby (obrázek 14).



Tabulka 2: Rozdělení činností týkající se výroby na hrubé výrobě

Hlavní procesy	Řídící procesy	Podpůrné procesy
Oddělování, Lisování, Vrtání, Ohýbání, Ruční svařování, Automatizované svařování, Obrábění.	Management kvality, Řízení dokumentů a záznamů, Plánování procesů, Personalistika. .	Metrologie, Nákup materiálu, Audity, Údržba strojů a zařízení.

## PROCESNÍ MAPA VÝROBY HRUBÉ VÝROBY



Obrázek 14: Procesní mapa výroby na hrubé výrobě

Vytvořená procesní mapa (viz obrázek 14) se týká pouze procesů výroby probíhajících v úseku hrubé výroby. Pro konkrétní odhalení jednotlivých druhů plýtvání

byly využity další metody, a to Mapování hodnotového toku (kap. 6.3), Mapa plýtvání (kap. 6.4) a Špagetový diagram výrobku (kap.6.5).

### 6.3 Mapování toku hodnot

Dalším krokem k identifikaci plýtvání ve výrobním procesu hrubé výroby firmy LINET bylo využití metody Mapování toku hodnot nebo-li Value Stream Mappingu. Informace uvedené v rešeršní části v kapitole 3.2.2 popisují postup pro aplikaci této metody.

V procesech, ve kterých jsou rozdílné technologické postupy výroby pro jednotlivé výrobky, se nejčastěji vytipovává vhodný reprezentant pomocí matice produkt/proces. Z důvodu výroby velkého množství typů sestav u firmy LINET nebylo však možné pro tento výběr využít matici produkt/proces. Na základě konzultace s průmyslovými inženýry, technologem a vedoucím hrubé výroby byl tedy vybrán jako reprezentant nejfrekventovanější výrobek *Plocha ložná 4 dílná* (viz obrázek 15). Vzhledem k tomu, že se tento výrobek vyrábí nejčastěji, má optimalizace jeho procesu největší dopad na výsledky výrobní dílny. Roční plán výroby zvoleného reprezentanta činí 28 640 kusů. Informace o ročním plánu výroby Plochy ložné 4 dílné byla vyhledána v programu pro plánování výroby, který firma využívá.



Obrázek 15: Plocha ložná 4 dílná [2]

Po získání číselné hodnoty ročního plánu výroby Plochy ložné 4 dílné lze snadno dopočítat měsíční požadavek zákazníka. Zjištěním požadavku zákazníka za měsíc byl

dopočítán počet kusů, které je nutno vyrobit za den. Aby byl zákazník uspokojen, musí se při třech pracovních směnách vyrobit 119 kusů za den. Tyto výchozí informace uvedené v tabulce 3 jsou nezbytné pro další kroky v mapování toku hodnot.

**Tabulka 3: Požadavek zákazníka**

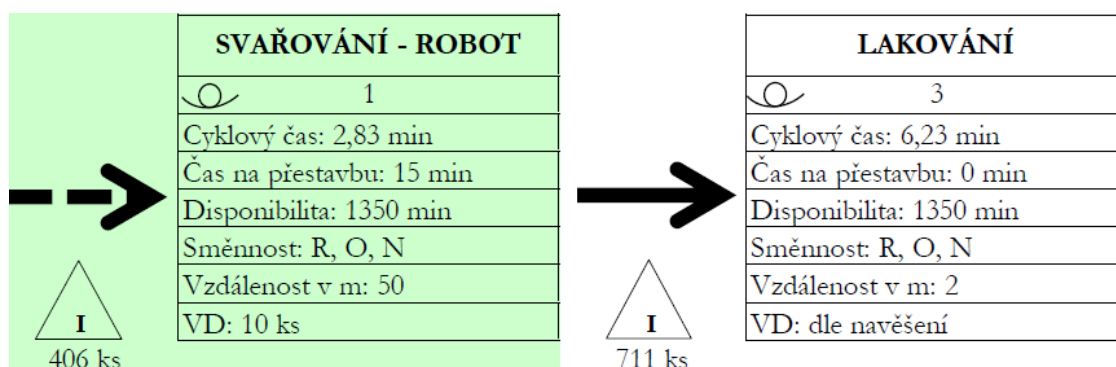
<b>Požadavek zákazníka</b>	
Měsíční požadavek zákazníka v kusech	2386 ks/měsíc
Počet pracovních dní v měsíci	20 pracovních dnů
Počet směn za den	3 směny (R, O, N)
Počet kusů vyrobených za den	119 ks/den

Po určení požadavku zákazníka dochází k samotnému kreslení mapy toku hodnot reprezentanta vybrané rodiny produktů dle základních výrobních procesů a skutečného fyzického rozložení (layoutu). V mapě se využívá značek uvedených v kapitole 3.2 na obrázku 6. Materiálový tok je zakreslován zleva doprava, informační tok se kreslí naopak zprava doleva. Před samotným zakreslováním bylo nutné si úsek hrubé výroby několikrát projít. První návštěva v LINETu znamenala prohlídku celé výroby, počínaje objednávkou zákazníka až po samotnou expedici výrobků. Tato prohlídka s výkladem průmyslové inženýrky byla prvotním setkáním se s celou výrobou. Další prohlídky se ujal vedoucí hrubé výroby, tentokrát šlo již čistě o sledování činností na hale hrubé výroby a jejich detailů. Byly zmíněny hlavní informace o výrobních činnostech, pracovnících a strojích. Následovala konzultace s technologem, který dodal potřebné informace a materiály jako je roční požadavek zákazníka, layout celého podniku, layout hrubé výroby, technologické postupy a nákresy. Pro nakreslení mapy procesu bylo nutné na úseku hrubé výroby strávit delší čas. Se stopkami, fotoaparátem, papírem a tužkou byly sledovány jednotlivé činnosti pracovníků, strojů.

Mapování výrobního procesu u vybraného reprezentanta Plochy ložné 4 dílné nebylo snadné, neboť tento výrobek se skládá z mnoha součástí a dílů. Sledováno bylo 9 hlavních svařenců, které výrobní procesy na hrubé výrobě ovlivňují nejvíce. Do těchto svařenců vstupuje i materiál od dodavatelů (především hutní materiál), ten však není pro tento výrobní proces až tak podstatný a proto nebyl v mapě hodnotového toku uváděn. Sledované svařence byly označeny písmeny A, B, C, D, E, F, G, H a I. Primární suroviny z hutního materiálu (například pláty, jekly, polokulatiny a další), pomocné provozovací látky, obaly a náhradní díly firma odebírá od dodavatelů. Tok začíná přivezením hutního

materiálu ze skladu – stodoly, který se nachází zhruba 1 km od haly hrubé výroby. Materiál pak dále postupuje hrubou výrobou, nabalují se na něj součásti, modifikuje se, přes montáž až k expedici. Do mapy hodnotového toku je tedy zaneseno 9 větví, které se shlukují do jedné. Jelikož výrobek neputuje pouze úsekem hrubé výroby, ale i lakovnou, zinkovnou, montáží až do skladu, jsou činnosti prováděné na hrubé výrobě na mapě procesu barevně odlišeny.

Mapování toku hodnot představuje zaměření se na materiálové toky a informační toky. Materiálový tok určují parametry výrobního procesu. Tyto parametry byly vybrány na základě informací uvedených v rešeršní části (kap. 3.2). Dalším krokem práce bylo doplnění relevantních údajů do samotné mapy. Jak tento krok probíhal je přibliženo na obrázku 16. Bohužel charakteristika výrobního plánu neumožnila získat všechny náměry dat přímo z výroby, ostatní údaje proto byly převzaty ze standardů podniku. Ukázka náměru vstupních dat je uvedena v příloze 1.



Obrázek 16: Ukázka doplnění údajů do mapy

Informační část mapy hodnotového toku byla doplněna o data týkající se plánování výroby, zákazníka a dodavatele. Výroba je plánována s ročním předstihem s využitím zkušeností s nároky zákazníků z minulých let. Zpracování plánu výroby probíhá v počítačovém softwaru K2. Mezi data vztahující se k zákazníkovi patří požadavek zákazníka na frekvenci a počet kusů k expedici hotových Ploch ložných 4 dílných. Data o dodavateli udávají frekvenci a počet kusů dodání materiálu do skladu hutního materiálu hrubé výroby. Také je důležité zaznamenání skutečné výše zásob mezi procesy, které byly zjištěny v počítačovém softwaru K2.

Po zjištění všech podstatných parametrů přichází na řadu výpočty. Pro převod výše zásob na dny je nutné použít následující rovnici (1):

$$\text{Zásoba ve dnech} = \frac{\text{Množství zásob [ks]}}{\text{Denní požadavek zákazníka [ks]}} \quad (1)$$

Příklad výpočtu ze sledovaného procesu:

$$Zásoba\ ve\ dnech = \frac{51}{119} = 0,429$$

Výstupem z Mapy hodnotového toku je suma časů nepřidávajících hodnotu (NVA time) a suma časů přidávajících hodnotu (VA time). Index přidané hodnoty (VA index) je poměr celkové doby, za kterou je produktu přidávána hodnota k celkové průběžné době, po kterou produkt vzniká. Pro výpočet indexu přidané hodnoty (VA index) se používá rovnice (2):

$$VA\ index = \frac{\Sigma\ VA\ time\ [min]}{\Sigma\ VA\ time + \Sigma\ NVA\ time\ [min]} * 100\ [\%] \quad (2)$$

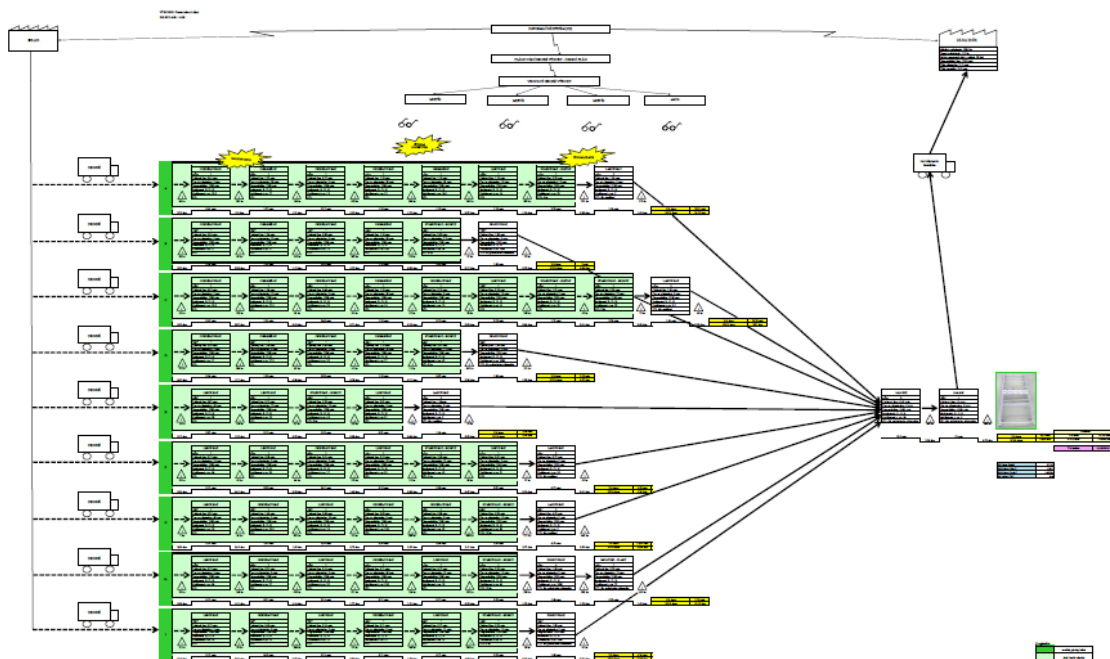
$$VA\ index = \frac{87,05}{87,05+145296} * 100 = 0,059\ \%$$

Po provedených výpočtech lze v tabulce 4 vidět, o kolik je produktivní čas kratší a neproduktivní čas delší. VA index nám dává informaci o tom, že je proces výroby zatížen plýtváním. Ideální stav nastává, pokud vyjde 5 %. Výsledek 1 % už poukazuje na to, že proces je zatížen plýtváním, v tomto případě jde o zásoby. Číslo VA indexu 0,06 % je velmi malé číslo. Zásob je tedy příliš mnoho, což má za následek plýtvání nadbytečnými zásobami.

Tabulka 4: Výstup z mapy hodnotového toku

VA time [min]	87,05
NVA time [dny]	100,9
NVA time [min]	145296
Celková průběžná doba tvorby produktu ( $\Sigma$ VA time + $\Sigma$ NVA time) [min]	145383,05
VA index [%]	<b>0,059</b>

Ukázka vytvořené mapy hodnotového toku je zobrazena na obrázku 17, její originál v reálném měřítku je vložen do přílohy 2.



Obrázek 17: Ukázka vytvořené Mapy hodnotového toku

## 6.4 Mapa plýtvání

Tato metoda je postavena především na důkladném pozorování výrobního procesu nemocničních a pečovatelských lůžek a jeho fotodokumentaci. Mapa plýtvání včetně postupu při jejím vytváření je podrobně popsána v rešeršní části v kapitole 3.2.3. Ve výrobních procesech je rozeznáváno 7 druhů plýtvání. Jednotlivá plýtvání jsou blíže popsána v kapitole 3.1. Nejčastějšími příčinami plýtvání bývá nedostatek pořádku a čistoty, poruchovost strojů, nedostatečná komunikace, špatné plánování, nerovnoměrné dodávky materiálu, nesprávný layout, absence pracovníků, nedodržování standardu apod.

Při sledování výrobního procesu Plochy ložné 4 dílné v hale hrubé výroby, bylo odhaleno několik druhů plýtvání. Mezi ně patří i nadvýroba, která je označována za nejhorší druh plýtvání. Nadvýroba již byla odhalena v Mapě hodnotového toku v kapitole 6.3. Společně s nadvýrobou se většinou vyskytují i ostatní druhy plýtvání. Tato situace nebyla výjimkou. Snaha fotoaparátem zachytit tato plýtvání nebyla vždy úplně zdařilá, ve výsledku bylo získáno 5 fotografií. Tam, kde se fotografii udělat nepodařilo, je vysledované plýtvání popsáno alespoň slovně.

Mapa plýtvání je rozdělena do 7 částí, kde každá část nese název jednoho druhu plýtvání. Pod toto rozdělení jsou postupně přiřazovány fotografie pořízené přímo z provozu týkající se daného druhu plýtvání. Pod fotografií je stručný popis toho, jaké

plýtvání lze na fotografii vidět, co je zde porušováno, případně jaké mohou být následky. Náhled vytvořené Mapy plýtvání je na obrázku 18, pro své větší rozměry je originál umístěn v příloze 3.

MAPA PLÝTVÁNÍ			
NADVÝROBA	NADBYTEČNÉ ZASOBY	ČEKÁNÍ	TRANSPORT
			
<p>Výroba v dírkách, která funguje na hrubé výrobě, má za následek nadvýrobu, která se projevuje plným skladem. Ve skladu tak často vzniká chaos a hledání dílů.</p>	<p>Při nadvýrobě vždy vznikají velké meziprodukční zásoby, které se neukládají už pouze do skladu, ale tam, kde je zrovna místo. V tomto případě dochází také k porušení standardu, který má za následek zúžení prostoru a je zde nebezpečí úrazu.</p>	<p>Prostoje a čekání mezi operacemi, kvůli tomu, kde pracovník čeká na dokončení činnosti strojem, jsou běžné. Čekání se také najde ve skladu polotovaru a bude logistickým dopraven na pracoviště, je zbytečné a lze jej odstranit.</p>	<p>Na fotografii lze vidět logistika, který hledá ve skladu hrubé výrobky polotovary. Tím je namířen a zpomalen transport, tudíž i samotná výroba. Místem je zde navržen na sebe, takže zde neplatí, že polotovary, který byl vyroben dříve, se dostane dříve k zákazníkovi.</p>
POHYB	NADBYTEČNÉ ZPRACOVÁNÍ	VADY	Fotografie byly pořízeny na hrubé výrobě firmy LINET.
			
<p>Operátor pracoviště ply musí každou směnu ujet trasu 16 m (jedna cesta) a to hned několikrát za směnu. Dalším problémem je zde neoptimální ergonomie. Pracovník nosí jakoby na ramenou, čímž zatěžuje krční páteř a záda.</p>	<p>Po provedení technologických postupů vyžadujících se svařovací plochy ložné 4 dílné a dále po prokódování procesů přímo na směsných, nadbytečné zpracování nebylo odhaleno.</p>	<p>Pro poškozené díly je zřízen reklamční sklad. Nemůže tudíž nastat situace, aby se poškozený díl dostal až k zákazníkovi. Tento systém je správný a velmi účinný, pomocí metod řízení kvality však lze vady zredukovat na minimum.</p>	

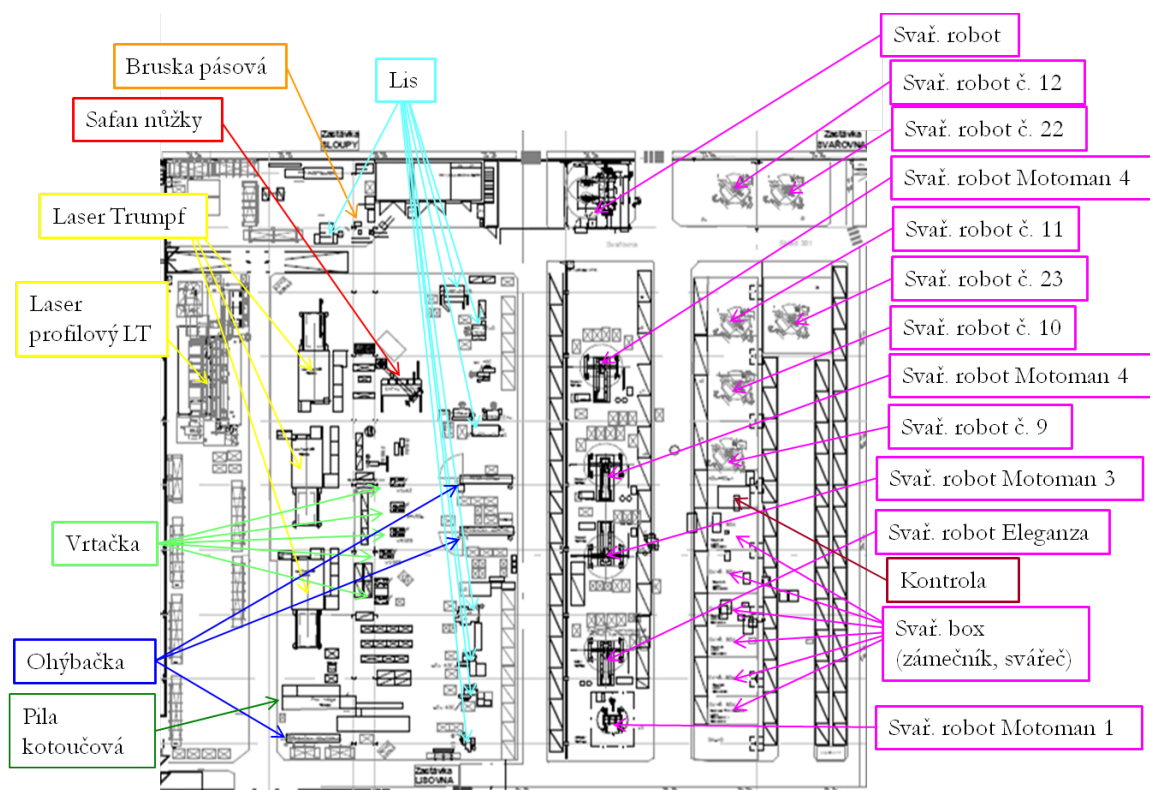
Obrázek 18: Náhled Mapy plýtvání

## 6.5 Špagetový diagram - výrobek

Špagetový diagram je výborným pomocníkem pro zjištění pohybu vybraného výrobku – reprezentanta, v tomto případě Plochy ložné 4 dílné. Postup a výhody tvorby špagetového diagramu jsou podrobněji popsány v kapitole 3.2.3 v řešerské části této práce. Pomocí čar zakreslených do layoutu lze zjistit pohyb a jeho frekvenci mezi jednotlivými pracovními místy. Pro větší přehlednost špagetového diagramu byl pro každý svařenec (A, B, C, D, E, F, G, H a I) vytvořen vlastní špagetový diagram toku daného svařence.

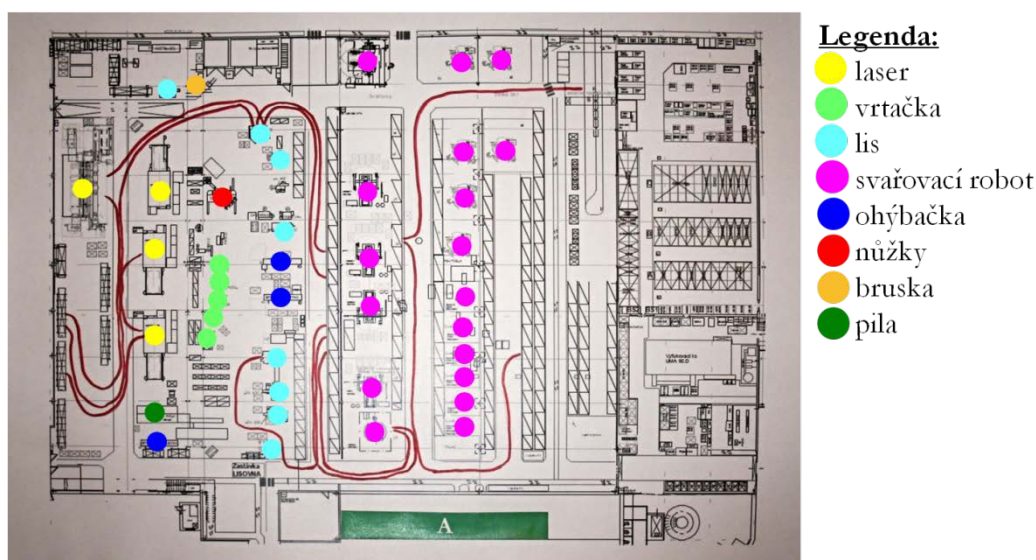
Při tvorbě špagetových diagramů je důležité dobře znát rozmístění jednotlivých pracovišť (tzv. layout) a také vědět, na jakém strojním zařízení se na daných pracovištích pracuje. Na obrázku 19 lze vidět, jak jsou strojní zařízení na hale hrubé výroby rozmístěna.





Obrázek 19: Rozmístění strojního zařízení na hale hrubé výroby v LINETu (původní stav)

Ideální podmínky pro tvorbu špagetového diagramu je trávit čas přímo na provozu a sledovat tok výrobku. To však bylo příliš časově náročné, a při tak velkém množství sledovaných svařenců to nebylo možné. Proto byly informace o pohybu výrobku z větší části čerpány z technologického postupu. Ukázka vytvořených špagetových diagramů je na obrázku 20. Všechny špagetové diagramy jednotlivých svařenců jsou uvedeny v příloze 4 – příloze 12.



Obrázek 20: Náhled špagetového diagramu výrobku – svařenec A



Schéma rozmístění jednotlivých úseků hrubé výroby a skladů je zobrazeno v kapitole 7.1 na obrázku 23. Ze špagetových diagramů sledovaných svařenců bylo vypořováno, že nejvíce pohybu a transportu probíhá mezi skladem hrubé výroby a jednotlivými pracovními místy (viz příloha 4 – příloha 12). Je zde tedy velmi důležité, aby se pracovníci, kteří přijdou do styku s přepravou materiálu, ve skladech dobře orientovali, využívali automatizovaných dopravníků. Ideální by bylo, kdyby měli pracovníci, kteří přijdou do styku s odvážením dílů do a ze skladu hrubé výroby, sklad umístěn co nejblíže pracovišti. Vzdálenost skladu hrubé výroby je dána layoutem haly hrubé výroby. Byla by také vhodná optimalizace layoutu haly hrubé výroby, z důvodu zkrácení tras a změny rozmístění pracovišť. Vizualizace skladu, návrh automatizovaných dopravníků a optimalizace layoutu haly hrubé výroby jsou detailněji popsány v kapitole 7.

## **7 Návrhy řešení pro eliminaci plýtvání na úseku hrubé výroby v LINETu**

Po odhalení plýtvání přichází na řadu návrh jeho eliminace za využití metod štíhlé výroby a štíhlé logistiky. Tyto metody uvedeny v řešeršní části této práce v kapitole 5, jsou vhodné v závislosti dle toho, jaké plýtvání bylo identifikováno.

Společnost LINET se snaží neustále zlepšovat výrobní procesy, a proto jsou na hrubé výrobě již některé z metod zavedeny. Na dělírně funguje metoda SMED, na všech úsecích hrubé výroby je zavedena metoda 5S a na obrobně Kanban. Pro takto velkou společnost je to však málo.

Po vytvoření Mapy hodnotového toku pomocí metody Value Stream Mapping (uvedené v kapitole 3.2), bylo zjištěno, že na hrubé výrobě je velké množství financí ukryto v zásobách. Tato skutečnost plyne z VA indexu, jehož hodnota vyšla velmi nízká (0,06 %), což znamená, že sledovaný proces je zatížen plýtváním v podobě zásob. Bohužel zde nejde pouze o finance vložené do materiálu, ale také do obalů (beden a stojanů) a ploch haly. Tato situace je způsobena tím, že zde funguje výroba v dávkách. Ta je pro tento úsek bohužel nezbytná, nelze zde přejít na tok jednoho kusu (více v kapitole 5.1.7), neboť požadavky zákazníka jsou velmi variabilní. S problémem nadvýroby souvisí i problém nadbytečných zásob, které už nelze uskladňovat, neboť není místo ve skladu a proto se polotovary odkládají tam, kde je zrovna místo. Na Mapě plýtvání lze z pořízené fotodokumentace vidět, že problém nadbytečných zásob může jít ještě dál a to až k porušování standardu a zbytečnému čekání kvůli hledání polotovarů ve skladu. V tomto případě by byla vhodná podrobná vizualizace skladu. Jak je možné vidět na obrázku 21, sklad hrubé výroby byl v minulosti vizualizován, ale po vizualizaci nezbyly téměř žádné stopy. Vizualizace v podobě štítků na ukládací bedny a popisu regálů se zde nevyskytuje vůbec.



Obrázek 21: Stará vizualizace skladu svařovny

Další druh plýtvání, jako je transport, byl také odhalen. Transport souvisí s logistikou. Avšak i pracovníci určitých pracovišť jsou nuceni přivážet na své pracoviště polotovary pomocí manuálních vysokozdvížných vozíků. Často se stává, že vozík není zrovna k dispozici a pak nastává čekání. Tyto problémy by vyřešily dopravníky na kolečkách, které se na hrubé výrobě nevyskytují.

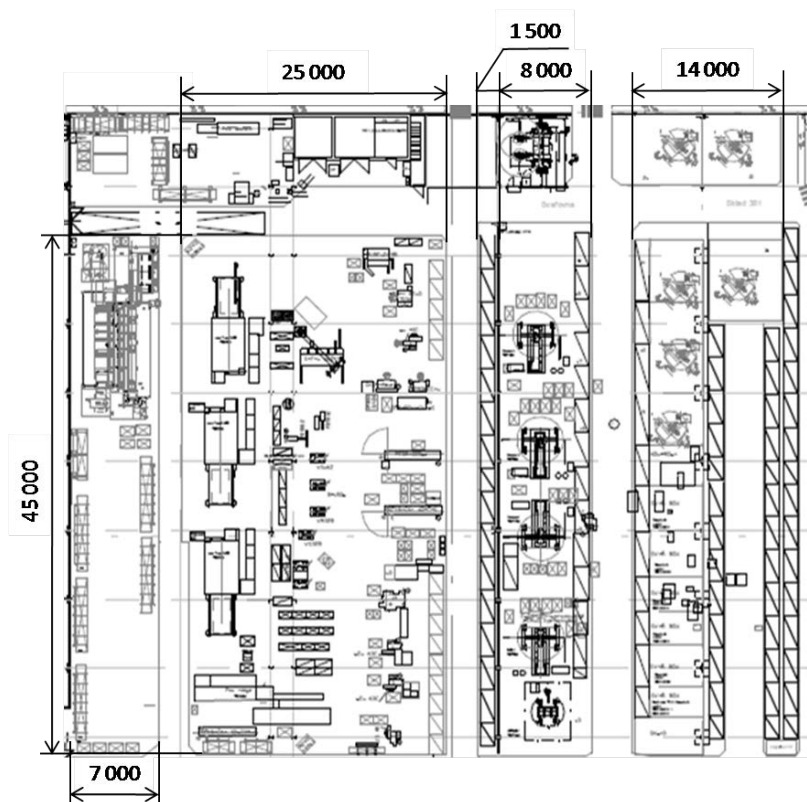
Co se týče pohybu pracovníků, ten byl bohužel také zaznamenán. Například pracovník na pracovišti u pily Adige. Tento pracovník ujde 16 m s břemenem v podobě jeklu či kulatiny několikrát za směnu. Nejde zde jen o pohyb, ale i o špatnou ergonomii, neboť je pracovník nucen nosit jekly na ramenu. Tyto problémy by mohl částečně vyřešit nový layout a dopravník s kolečky pro přepravu jeklů.

## 7.1 Návrh nového rozmístění pracovišť

Hlavní důvod pro výběr návrhu řešení pomocí nového rozmístění pracovišť nebo-li layoutu bylo odhalení zbytečného pohybu a transportu na hale hrubé výroby (kapitola 6.4). Také pro větší plynulost toku materiálu výrobním procesem je vhodná změna rozmístění pracovišť. Jak již bylo uvedeno v řešeršní části této práce v kapitole o štíhlém layoutu (5.2.1), je vhodné vytvoření produktového layoutu, který také bere ohled na obecné schéma výrobního procesu na hrubé výrobě firmy LINET (kapitola 6.1).

Při návrhu nového rozmístění pracovišť se vychází z následujících rozměrů haly hrubé výroby firmy LINET. Pracovní plochy na lisovně zaujímají oblast 24 m x 45 m. Regálový sklad lisovny 1,5 m x 45 m. Plocha, kam je navážen a uložen hutní materiál 7 m x 45 m. Na svařovně je pracoviště robotů rozmístěno na ploše 8 m x 45 m, prostor pro ruční svařování tvoří 8 x 45 m, a dva svařovací boxy (svařovací box 1 – 6,5 m x 45 m; svařovací

box 2 – 14 m x 6,5 m). Pro lepší vizualizaci těchto rozměrů vznikl obrázek 22 a také následující obrázek 23, na kterém jsou vyznačeny jednotlivé úseky haly hrubé výroby. Na obrázku 22 jsou rozměry uváděny v jednotkách milimetrů.

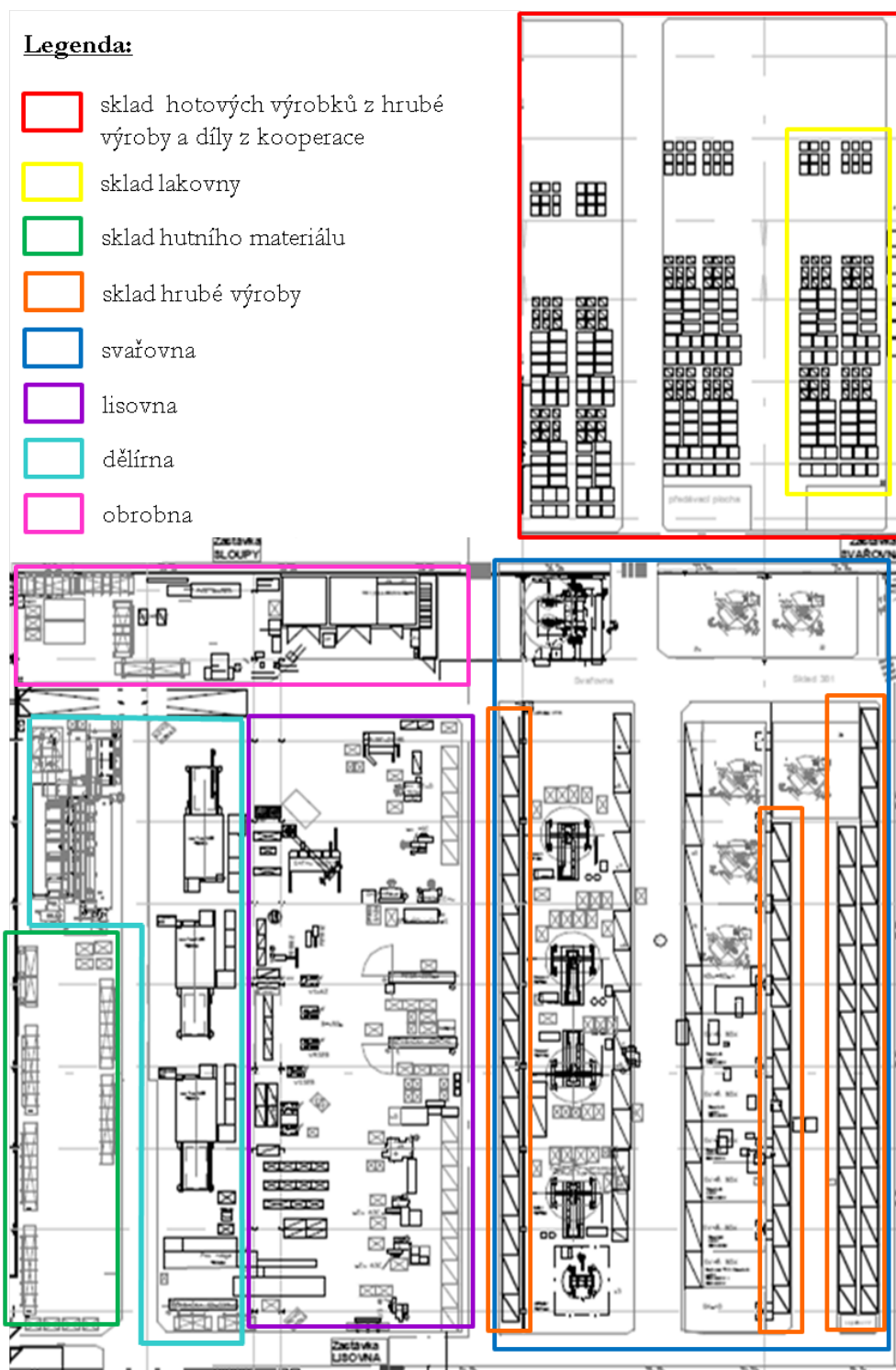


Obrázek 22: Schéma rozměrů haly hrubé výroby

Při sestavování plánu rozmístění pracovišť byla dodržována následující pravidla:

- respektovat charakter výroby,
- vytvářet předpoklady pro bezporuchový chod,
- vytvářet předpoklady pro provádění pružných změn,
- minimalizovat instalační a re instalační náklady,
- minimalizovat materiálové toky a dopravní výkony,
- optimalizovat vnitropodnikové dopravní síť,
- rozmístit dílčích plochy v rámci základní plochy.

Podoba stávajícího layoutu haly hrubé výroby včetně vyznačení jednotlivých úseků je graficky znázorněno na obrázku 23.



Obrázek 23: Vyznačení jednotlivých úseků na layoutu hrubé výrobyA

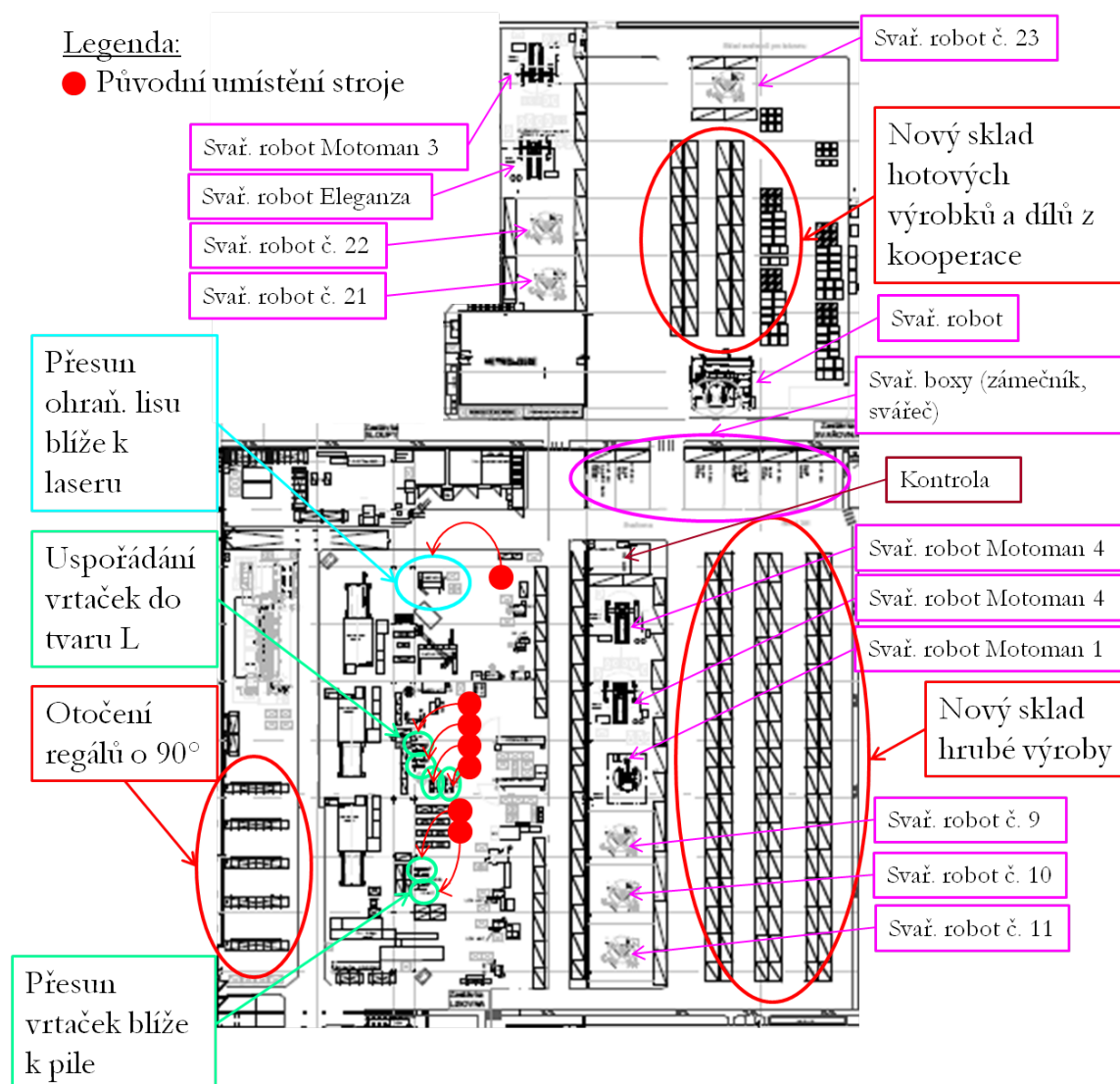
Pokud byla zvážena veškerá pravidla pro tvorbu layoutu, je možné přistoupit k samotné tvorbě jeho nové podoby. Návrh na rozmístění pracovišť je vhodné tvořit v některém z počítačových softwarů, které jsou dostupné na trhu. Layout LINETu je tvořen v softwarovém programu Solid Edge. Jde o 3D CAD software, který je primárně určený pro návrh strojírenských konstrukcí. Slouží také k tvorbě 2D objektů. Na základě

informací uvedených v řešeršní části (viz kapitola 5.2.1) je tvořen layout produktový. Hlavním požadavkem pro tento nový layout je zajištění plynulosti výrobního procesu hrubé výroby.

Při tvorbě návrhu nového rozmístění pracovišť bylo důležité nastudování technologických postupů, aby pracoviště byla produktově uspořádána. Zpracování návrhu layoutu má jednoznačný cíl, a to najít vysoce efektivní a jednoznačné prostorové řešení s předem definovanými potřebami na umístění technologických celků, zásobníků, skladových a manipulačních ploch a dalších prostorových potřeb provozu minimalizujících požadavky na manipulaci a dopravu. Nové rozmístění strojních zařízení se řídilo návazností tvorby nejfrekventovanějšího produktu. Nebylo možné řídit se pouze technologickými postupy, špagetovými diagramy (kap. 6.5), musela být zapojena i kreativnější stránka. Na obrázku 24 je zobrazen nový návrh rozmístění pracovišť nebo-li layoutu. Větší a detailnější formát tohoto nového layoutu lze najít v příloze 14.

První změnou bylo natočení regálů ve skladu hutního materiálu o 90° směrem k pracovníkům, a to z důvodu snížení zbytečného pohybu zaměstnanců, který byl odhalen například u pracovníka pily (kap. 6.4). Mohl by zde však nastat problém při každodenním zásobování hutním materiálem, a to ten, že zásobující pracovníci by neměli dostatek prostoru k otočení se s 5 m jekly a profily. V tom případě, by bylo vhodné ponechat sklad hutního materiálu v původní podobě a raději pořídit již zmiňovaný dopravník (kap. 7.5). Co se týká rozmístění jednotlivých strojních zařízení, ohraňovací lis byl přesunut blíže k laseru, stejně tak jeden pár vrtaček blíže k pile, neboť zde bude lepší návaznost operací (vychází se zde z technologického postupu). Zbylé vrtačky byly uspořádány do tvaru L, čímž na pracovišti vznikne více prostoru pro manipulaci s materiálem. Úsek svařovny byl přestěhován kompletně a rozdělen na 2 části. První část byla ponechána za lisovnou, bylo pouze změněno rozmístění svařovacích robotů dle jejich využití v rámci nejfrekventovanějšího výrobku (opět se zde vychází z technologického postupu). Druhá část svařovny byla přestěhována do části skladu hotových výrobků. Díky této reorganizaci by vznikl na místě původního skladu hrubé výroby sklad mnohem větší (z původních 7,5 m x 45 m nových 16 m x 45 m). Regály jsou rozmístěny ve třech řadách po dvou řadách regálů v délce svařovny (stav před reorganizací byl pouze 3 řady regálů). Regály by bylo nutné dokoupit. Tento nový prostor k ukládání polotovarů pocházejících z výroby hrubé výroby může pomoci odstranit nadbytečné zásoby, které dříve nebylo kam dále ukládat (viz kap. 6.4 část NADBYTEČNÉ ZÁSoby). Skladování hotových výrobků a dílů

z kooperace může fungovat jako doposud s tím rozdílem, že tok dílů ze svařovacích boxů v místě druhé části svařovny (u skladu hotových výrobků) bude putovat do regálů přímo u skladu hotových výrobků. Odpadnou tak zbytečné trasy do skladu hotových výrobků.



**Obrázek 24: Rozmístění strojních zařízení na hrubé výrobě (nově navrhovaný stav)**

Pro porovnání rozmístění strojních zařízení stavu stávajícího a nově navrhovaného lze nejlépe využít již vytvořených špagetových diagramů výrobku / svařenců A – I. Špagetové diagramy, které vznikly při mapování stávajícího stavu, se nachází v příloze 4 – příloze 12. Pro nově navrhované rozmístění strojního zařízení byly vytvořeny špagetové diagramy výrobku / svařenců A – I, a jsou taktéž v příloze této práce (příloha 15 – příloha 23). Výsledky obou variant byly porovnány a zpracovány do tabulky 5, ze které plyne, že předpokládaná úspora pohybu a transportu, konkrétně pro plochu ložnou 4 dílnou, může být přibližně 1272 metrů.

Tabulka 5: Porovnání výsledků špagetových diagramů původního stavu a nově navrhovaného

Svařenec	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Celkem [m]
Původní rozmístění pracovišť [m]	530,08	507,64	684,77	473,9	486,12	672,33	677,02	606,18	695,4	5333,44
Návrh nového rozmístění pracovišť [m]	361,88	301,04	434,71	440,58	399,36	596,74	491,21	434,48	601,01	4061,01
Úspora [m]	168,2	206,6	250,06	33,32	86,76	75,59	185,81	171,7	94,39	1272,43

Toto řešení je optimální z důvodu nižších nákladů a zajištění plynulejšího toku materiálu v úseku dělírny, klempírny, lisovny, svařovny a obrobny. Pro realizaci tohoto návrhu řešení je nutné zastavit veškerou výrobu, která probíhá v úsecích hrubé výroby a skladu, lakovna a montáž bude bez omezení. Toto pozastavení by trvalo pravděpodobně 1 den, kdy produkce úseku hrubé výroby bude nulová. Na celkové úpravě a přemístění pracovišť se budou podílet pracovníci firmy, žádné vedlejší náklady z toho neplynou, pouze jejich mzdy (mzdy do zhodnocení nebudou zahrnuty). Tyto náklady jsou však minimální v porovnání s tím, co firma LINET získá. Jak bylo uvedeno v mapě plýtvání v kapitole 6.4, hrubá výroba je zatížena obrovskými zásobami polotovarů. Omezení výroby, by znamenalo redukcí nadvýroby, snížení zásob, což je bezesporu klad. Další přínosem je plynulejší výroba než doposud, kterou zajistí produktový layout (viz kapitola 5.2.1). Finančně jsou náklady spojené s přestavbou pracovišť a změnou elektroinstalace odhadnuty na částku 60 000 Kč [39]. Nákup nových paletových regálů vychází přibližně na 150 000 Kč [40].

## 7.2 Návrh na pořízení softwaru pro simulaci procesů

Flexibilní prostředí firmy vyžaduje komplexní přístup při řešení celého výrobního systému. Jednotlivé parametry se vzájemně ovlivňují natolik, že je není možné optimalizovat odděleně. Analytické metody zde často narážejí na hranice svých možností, a proto ve stále větší míře nachází uplatnění počítačová simulace. Počítačová simulace se vzhledem ke svým schopnostem sledovat stochastické a dynamické vlastnosti jednotlivých procesů a předpovídat jejich chování stává nezbytným podpůrným nástrojem pro zodpovědné rozhodování jak manažera, technika, plánovače, tak i ekonoma, mistra a personalisty. Softwarové programy pro dynamickou simulaci procesů (Simul8 i Witness) mohou pomoci nalézt optimální variantu řešení problému, rozhodnout zda koupit nový stroj či rozšířit personál. Výsledky simulace umožňují vyhodnotit efekty navržených změn ještě dříve, než se začnou utrácet peníze za jejich realizaci.



Výhody a vhodnost systémů vhodných pro dynamickou simulaci jsou uvedeny v řešeršní části této práce v kapitole 5.2.2. Simulace by měla být využita tehdy, kdy přínosy převýší náklady. Srovnání přínosů a nákladů na zakoupení softwaru dynamické simulace je uvedeno v tabulce 6.

**Tabulka 6: Srovnání přínosů a nákladů**

<b>Přínosy:</b>	<b>Náklady:</b>
ověření předpokladů	personální náklady (vlastní pracovníci, školení)
simulace funkčnosti procesu	technické vybavení (zakoupení softwaru)
omezení rizik	údržba a provoz (spotřeba energie, licenční poplatky, ...)
omezení rozpracovanosti (snížení zásob)	
omezení provozních nákladů (prac. sil)	

Pro tuto práci bylo navrženo využití softwarového programu Simul8 či Witness. Tyto programy se od sebe příliš neliší, verze od firmy Simul8 je základní, avšak splní svůj účel. Program Witness, nabízí více funkcí a odpovídá tomu i jeho cena. Verze programu Simul8 Standard včetně příručky stojí 40 000 Kč [34]. Pokud jde o systém Witness, ceny se pohybují mnohonásobněji výše. Základní systémy Witness Manufacturing Performance Edition stojí 560 000 Kč, cena údržby na jeden rok je 94 000 Kč [41]. Proškolení zaměstnanců se pohybuje v desítkách tisíc korun, v závislosti na vybrané školicí firmě a délce školení. Je zde také možnost využití spolupráce s externí firmou, která má zkušenosti a sestavený procesní tým, to však hlavně v případě, kdy se jedná o jednorázové projekty.

### 7.3 Návrh nových regálů

Nyní firma LINET využívá ve skladu hrubé výroby regály paletové (obrázek 25). Ty jsou stručně popsány v řešeršní části (kap. 5.2.3). Mezi jejich největší výhodu patří vysoká variabilita. Tu nabízí i spádové regály, jejichž předností je navíc zajištění principu FIFO (kap. 5.2.6). Spádové regály nabízí velké množství šířek válečkových drah, od 52 mm až do 180 mm. Tyto dráhy zajišťují také snadnější manipulaci s obalovými jednotkami a s nosností až do 1200 kg [40].

Ve skladu hrubé výroby by spádové regály zajistily efektivnější skladování, neboť by bylo také možné využití menších obalových jednotek. V současné době jsou využívány zbytečně velké ukládací bedny a přepravky, které nejsou zcela naplněny.



**Obrázek 25: Paletové regály ve skladu hrubé výroby firmy LINET**

Ceny spádových regálů jsou individuální a odvíjí se od vlastností spádového regálu. Roli zde hraje výška a hloubka regálu, počet a rozměr polic ve spádovém regálu a další parametry. Spádové regály patří do kategorie dražších regálů, hlavním důvodem jsou především kolejničky s kolečky. Při odhadu přibližné ceny nových spádových regálů do skladu firmy LINET vyšla částka 500 000 Kč [40]. I když je tato investice poměrně velká, spádové regály by zde určitě našly své uplatnění. Mezi jejich největší výhody patří zpřehlednění zásob, zkrácení pochozích vzdáleností při vychystávání zakázek a pohodlnější manipulace.

## **7.4 Návrh obalových jednotek**

Mezi obalové jednotky využívané ve skladu svařovny patří ukládací bedny a přepravky výrobce Mars Svratka na obrázku 26 vlevo a vpravo ohradové palety. Tyto bedny jsou v různých materiálových provedeních, převážně v kovovém a plastovém.



**Obrázek 26: Ukázka ukládacích beden Mars (vlevo) a ohradové kovové palety Mars (vpravo) [42]**

Přepravky Mars jsou vhodné převážně pro drobnější materiál, který se vyskytuje po oddělování materiálu (plátů či trubek), po lisování, vrtání a dalších operacích, při kterých

vznikají menší polotovary. Nosnost těchto beden je od 20 kg až po 100 kg [42] a je naprosto postačující pro sklad hrubé výroby.

Na svařovně, kde po operaci svařování vznikají různé druhy svařenců, včetně těch objemnějších, jsou doposud používány ohradové palety Mars s nosností až 2000 kg [42] zobrazené na obrázku 27. Nevýhodou těchto ohradových palet je nutnost využití manuálního vysokozdvižného vozíku pro jejich přepravu z pracoviště do skladu, či na jiné pracoviště. Mnoho ohradových palet navíc není zcela naplněno, vzniká tam tedy nevyužitý prostor, který stojí peníze.



**Obrázek 27:** Ukázka ohradových palet Mars využívaných ve skladu hrubé výroby

Pokud by byly realizovány spádové regály (7.3), stojí za zamyšlení koupě nových obalových jednotek, které budou užší a menší přímo uzpůsobené šířce kolejnic spádových regálů. Náklady na pořízení nových obalových jednotek vycházejí zhruba na 120 000 Kč [42].

## **7.5 Návrh dopravníků**

Na trhu je k dispozici mnoho druhů vozíků určených pro logistické procesy. Největší výhodou těchto vozíků jsou kolečka, která usnadňují manipulaci. Tato kolečka umožňují, že přepravu materiálu mohou provádět i pracovníci, kteří tak nebudou závislí na logistických. Například v úseku svařovny, kde jsou stále využívány klasické obalové jednotky, by bylo vhodnější využití vozíků. Tyto vozíky by měly být lehké, avšak s minimální nosností 50 kg, vyrobeny ze slitiny hliníku a železa. Tato slitina zajistí vlastnosti jako lehkost, ale i pevnost a

odolnost vůči korozi. Kolečka vozíku mají brzdy, aby bylo možno vozík kdykoliv zabrzdit pro zabránění nežádoucího pohybu. Plocha nad kolečky může posloužit k odkládání drobného materiálu či přepravek. Variabilitu pro zavěšení svařenců zajišťují dva páry profilů. Tyto profily jsou nakloněny o 5° tak, aby nedošlo k sesunutí svařenců a následnému pádu na zem. Pro pracovníky jsou zde umístěna také madla pro zajištění ergonomické přepravy materiálu. Firma LINE'T by si tento druh vozíku mohla nechat vyrobit na zakázku, dle návrhu na obrázku 28. Dopravník byl vytvořen v softwarovém programu SketchUp.



Obrázek 28: Návrh nového dopravníku do svařovny

Pro pracovníka pily Adige, který nosí jekly na ramenou (uvedeno v příloze 3 v Mapě plýtvání v části POHYB), dochází tím ke špatné ergonomii, plýtvání časem a pohybem, by mohl být řešením válečkový dopravník [43], který je zobrazen na obrázku 29. Válečkový dopravník je dlouhý 415 mm a lze ho roztáhnout až do délky 1295 mm. Výška je plynule nastavitelná a je vybaven brzdícími kolečky.



Obrázek 29: Válečkový dopravník [43]

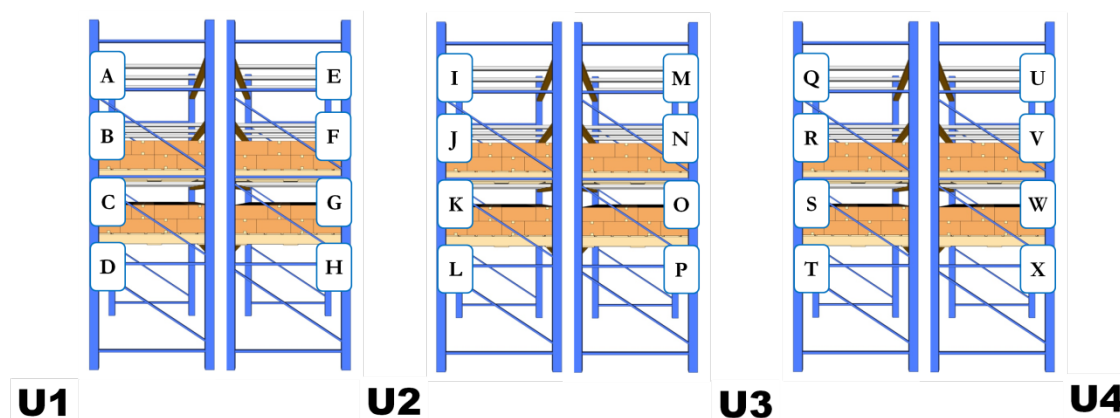
Finanční náročnost celého projektu závisí i na rozhodnutí o koupi nových manipulačních vozíků do svařovny, jejichž cena by se mohla pohybovat okolo 3 000 Kč [44]. V případě koupě minimálního potřebného množství 40 kusů vozíků budou náklady činit 120 000 Kč. Válečkový dopravník pro pracovníka pily stojí 8 500 Kč [43].

## 7.6 Návrh vizualizace skladu

Vizualizace skladu je stejně důležitá jako rozmístění regálů, výběr obalových jednotek a dopravníků. Největší výhody vizualizace jsou popsány v řešeršní části této práce v kapitole 5.1.2.

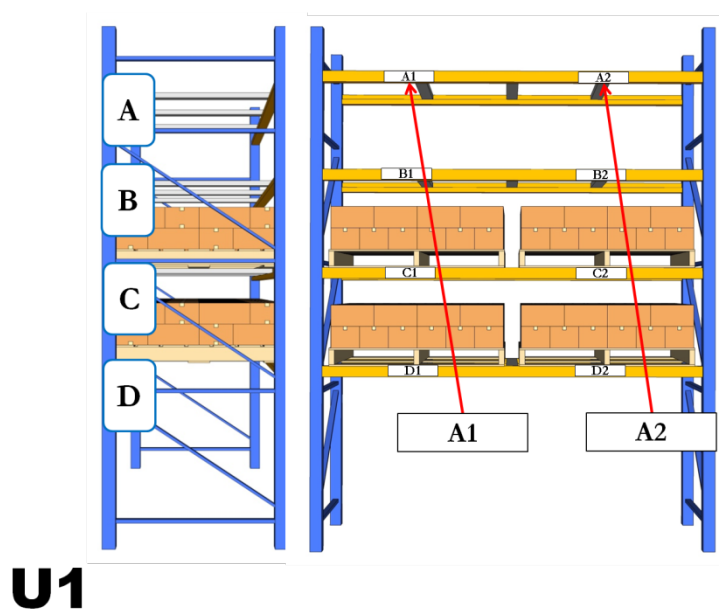
Pro vizualizaci skladu svařovny by bylo vhodné vizualizovat plochu na podlaze okolo umístěných regálů, tak aby bylo jasné dáno jejich pevné umístění. K tomu je zapotřebí pouze vizualizační páska. Vizualizace podlahy je spíše standardem a má smysl hlavně při stěhování pevných regálů a jejich návratu na přesnou původní polohu.

Ke skladu také patří označení ulice skladu a značení regálů. Pro ulice skladu, které vznikají vždy mezi regály, plní jejich vizualizace spíše funkci orientační. Návrh na označení ulic je zobrazen na obrázku 30. Pro označení ulic je příhodné využití počátečního písmena ulice – tedy velké U s připojením písmene 1, 2, 3, ... Toto označení může být vylepeno na zemi vizualizační páskou. Regály jsou řazeny ve třech řadách po dvou řadách regálů (na novém návrhu rozmístění pracovišť – obrázek 24), bylo by tedy nejjednodušší označení jejich pater abecedními písmeny A, B, C, D, ... Postačující velikost rámečku je velikost A4 a umístění v tarifoldech s průhlednou folií.



Obrázek 30: Ukázka návrhu označení regálů skladu

Na dalším označení regálů také vidět označení pomocí štítků A1, B1, C1, které slouží pro ještě lepší rozřazení (zobrazeno na obrázku 31). Obrázek 30 a obrázek 31 byly vytvořeny v programu SketchUp. Při označení regálů a ulic je ještě nutné zadat tyto informace do systému skladové evidence.



Obrázek 31: Ukázka návrhu označení regálů pomocí štítků

Touto vizualizací lze dosáhnout čistého a přehledného skladování, kontrolu pohybu zásob a také zajištění místa pro obalový materiál. Dále je zde v případě nepřítomnosti logistika či pracovníků spojených se skladovými činnostmi zajištěna naprostá zastupitelnost. Finanční náklady na tuto vizualizaci jsou poměrně malé, v porovnání s přínosem. Vizualizační páska na podlahu cenově vychází na 6 000 Kč [45], tarifolky na 900 Kč [46] a štítky za 890 Kč [47].

## **7.7 Zhodnocení návrhů**

Závěrem jsou zhodnoceny návrhy řešení vhodné pro redukci či odstranění plýtvání. Po odhalení plýtvání bylo prvotní myšlenkou „natažení“ materiálových toků, za účelem odstranění nadvýroby a tím i ostatních druhů plýtvání. Tato myšlenka vychází z principů štíhlého podniku (kap. 4) a předkládá systém výroby řízený požadavkem zákazníka. Dosud je v úseku hrubé výroby využívána výroba v dávkách, která je hlavní příčinou nadvýroby. Není možné od tohoto způsobu výroby ze dne na den upustit, proto se musí hledat řešení jiné. Aplikací metod štíhlé výroby a logistiky byly předloženy návrhy na redukci odhalených plýtvání (kap. 7). Výsledkem by měl být plynulejší materiálový tok (zajistí jej nové rozmístění pracovišť), snadnější manipulace s polotovary (nové dopravníky) a přehlednější skladování (vizualizace skladu a spádové regály). Nadvýroba však bude přetrvávat i nadále. Pro firmu LINET je tedy prioritou postupně přejít na systém tahu, který se řídí požadavkem zákazníka. Tento přechod by značně mohl ulehčit software pro dynamickou simulaci procesů (viz kap. 7.2).



## **8 Další návrhy a doporučení**

Na základě zjištěných postřehů a nedostatků z provozu hrubé výroby lze uvést další doporučení, která by mohla být vhodná a přínosná. Jejich realizace je pak možná v rámci dalších projektů.

### **Zefektivnění metody 5S a práce se standardy**

Metoda 5S je zde již zavedena, avšak nefunguje úplně tak, jak by měla. Udržování čistoty a přehledného pracoviště může být občas problém. To pak vede k chaosu a hledání pracovních nástrojů. Je zde bezpodmínečně nutné kontrolovat dodržování plánu úklidu. S celkovou změnou layoutu bude nutná kontrola dodržování standardů.

### **Týmová práce**

Týmová práce je velmi důležitá, a ve firmě funguje pomocí pravidelných týmových schůzek a týmovým odměňování. Je dobré se inspirovat většími společnostmi, kde každý tým má svého koordinátora, existují zde checklisty (lze je přirovnat k „občanskému průkazu“ týmu) a systémy rotace. Právě systém rotace by byl vhodný zavést také do firmy LINET, jelikož se tak rozšiřuje kvalifikace zaměstnanců a pro mistra je pak jednodušší přidělování práce. Na základě toho by bylo vhodné vytvoření kvalifikační matice, ze které bude zřejmé, jak je daný pracovník schopný. Může na ni být navázán i systém odměňování.

### **Dodržování ergonomie a optimálních dosahových vzdáleností**

Prioritou zaměstnavatelů jsou spokojení zaměstnanci, kteří při dodržování správných ergonomických pravidel dosáhnou zlepšení výkonů. Předchází se tím také zbytečným úrazům a pobytům na nemocenské. Bylo by vhodné si v rámci workshopu vyčlenit jeden až dva dny a sledovat pracovníky při práci v rámci celého provozu. Výsledkem tohoto workshopu pak mohou být návrhy na zlepšení vypořizovaných neergonomických způsobů práce.

### **Aplikace metody SMED na svařovně**

Časy přetypování jsou na svařovně velmi dlouhé, a proto by zde bylo vhodné zavedení metody SMED. K přeseřizení a změně přípravků na strojních zařízeních dochází několikrát za den. Na základě pozorování a hrubým odhadem lze odhadnout úsporu času přetypování na svařovacích robotech minimálně 10 – 20 %.

### **Zefektivnění metody TPM**

TPM v LINETU již funguje, avšak jsou zde stále určité rezervy. Prozatím tam byly zavedeny kroky k samostatné údržbě a systém pravidelných preventivních oprav. TPM je efektivní a může fungovat, jen je potřeba mu věnovat čas a úsilí.



### **Motivace pracovníků**

Za zvážení také stojí propracování motivačního systému, který by se týkal zlepšovacích návrhů. Pracovníci mohou dostávat například prémie dle finančního přínosu daného zlepšení pro firmu, případně může být vždy na konci určitého období (např. čtvrtletí) vyhlášen nejlepší a nejprínosnější návrh spolu s jeho autorem, který může být opět zvoleným způsobem odměněn.

### **Využití metody Kanban**

Do budoucna by bylo vhodná aplikace metody Kanban také do ostatních částí hrubé výroby. Jak již bylo zmíněno, Kanban funguje na obrobně a jeho největším přínosem je odpadnutí nadbytečných zásob a nadvýroby. Kanban je jedním z důležitých prvků při přechodu z principu tlaku na princip tahu (kap. 5.2.5).

## **Závěr**

Hlavním cílem této diplomové práce bylo identifikovat plýtvání ve výrobě firmy LINET, konkrétně v oblasti haly hrubé výroby, vytvořit procesní mapu a na základě zjištěných skutečností navrhnout změny vedoucí ke snížení objemu plýtvání.

Nejprve bylo nutné podrobně nastudovat výrobní procesy, analyzovat je a odhalit plýtvání v úseku hrubé výroby. K tomu byla využita procesní mapa, mapa hodnotového toku, mapa plýtvání a špagetové diagramy výrobku. Již při samotném zpracovávání analýz bylo zřejmé, že velkým problémem je na hrubé výrobě značné množství zásob. Mapa hodnotového toku tuto hypotézu skutečně potvrdila a nabídla také celkový pohled na ne příliš plynulý tok materiálu. Mapa plýtvání odhalila další druhy plýtvání jako nadvýrobu, nadbytečné zásoby, čekání, transport a pohyb. Na nadměrný pohyb mezi jednotlivými pracovišti a skladem rovněž poukázaly špagetové diagramy výrobku.

Na základě výsledků identifikace plýtvání byla navržena řešení, která povedou k jejich odstranění. Hlavní myšlenkou je „narovnání“ procesu, a proto prvním řešením byl návrh nového rozmístění pracovišť. Ten vede k zefektivnění, zkrácení a zpřehlednění materiálových toků, a to především vlivem produktového uspořádání. Reorganizační rozmístění pracovišť lze předpokládat úsporou pohybu až 1 272 metrů, došlo také ke zvětšení skladu hrubé výroby, který se zvětšil téměř na dvojnásobek původní podoby. S novým skladem souvisí vizualizace skladu, která přinese větší přehlednost a odstraní nežádoucí čekání při hledání dílů. Byl také navržen nový model dopravníku do úseku svařovny, který bude lehčí, flexibilnější, snáze ovladatelný a především na kolečkách. Pro lepší a efektivnější řízení procesů ve výrobě byl doporučen softwarový program Simul8 (případně Witness), který dokáže simulovat situaci dříve, než nastane, předcházet tak následkům a šetřit finance. Tyto softwarové programy jsou vhodné při přechodu z principu tlaku na princip tahu, který by mělo vedení LINETu do budoucna jistě zvážit a to nejen z důvodu odstranění nadvýroby. Dalším zlepšením je návrh nových spádových regálů, které jsou praktičtější než klasické paletové regály. Uvedené návrhy byly propočítány a vyhodnoceny z hlediska finančního. Závěrem bylo doporučeno několik metod štihlého podniku, na které by bylo vhodné se zaměřit a v budoucnu je aplikovat.

Myslím si, že jsem splnila zadání této práce a mé návrhy povedou k zefektivnění výroby v úseku hrubé výroby firmy LINET.

## Seznam použité literatury

- [1] Linet. Zdravotnická technika. [Online] Linet. [Citace: 15. červen 2013.] <http://www.linet.cz/zdravotnicka-technika/vyrobyky/program-pro-zdravotnictvi/luzka-pro-intenzivni-peci/Multicare-LE?category=290>.
- [2] Linet. *Firemní materiály firmy Linet*. Želečnice : Linet, spol. s.r.o., 2013.
- [3] Managementmania. Managementmania. [Online] 28. květen 2013. [Citace: 31. srpen 2013.] <https://managementmania.com/cs/kvalita-jakost>.
- [4] IMAI, MASAOKI. *Gemba Kaizen*. Brno : Computer Press, 2005. ISBN 80-251-0850-3.
- [5] KOŠTURIÁK, JÁN, FROLÍK, ZBYNĚK A KOLEKTIV. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha : Alfa publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9.
- [6] BAUER, MIROSLAV, A DALŠÍ. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno : BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2.
- [7] MAŠÍN, IVAN A VYTLAČIL, MILAN. *Cesty ke vyšší produktivitě*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1996. ISBN 80-902235-0-8.
- [8] IVAN, MAŠÍN A VYTLAČIL, MILAN. *Nové cesty ke vyšší produktivitě*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.
- [9] JIRÁSEK, J. *Štíhlá výroba*. Praha : Grada Publishing, 1998. ISBN 80-7169-394-4.
- [10] VW. Druhy plýtvání. [Online] VW. [Citace: 1. září 2013.] <http://www.edolo.cz/obrazkem-9-druhu-plytvani-ve-vyrobe/>.
- [11] DEBNÁR, PETER. Principy štíhlého podniku. *Spektrum*. 2010.
- [12] LUKAŠÍK, PETR, PROCHÁZKA, JAROSLAV A VANĚK, VLADIMÍR. *Procesní řízení*. Ostrava : Ostravská univerzita.
- [13] HROMKOVÁ, LUDMILA A TUČKOVÁ, ZUZANA. *Reengineering podnikových procesů*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2008. ISBN 978-80-7318-759-0.
- [14] ROTHER, MIKE A SHOOK, JOHN. *Learning to See*. Brooklyn : The lean enterprise institute, 1999. ISBN 0-9667843-0-8.
- [15] IPA. IPA Magazín. [Online] IPA Slovakia, 2010. [Citace: 6. srpen 2013.] <http://www.ipaslovakia.sk/slovník.aspx?id=143>.
- [16] VAVRUŠKA, JAN. *Nástroje pro analýzu práce Měření práce - přímé a nepřímé*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2012.
- [17] PAVELKA, MARCEL. *Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání*. 2012, Úspěch, str. 12.
- [18] MILLER, JON. 101 Kaizen Template: Spaghetti diagram. [Online] Gemba Panta Rei, 12. únor 2008. [Citace: 24. srpen 2013.]

[http://www.gembapantarei.com/2008/02/101\\_kaizen\\_templates\\_spaghetti\\_diagram.html](http://www.gembapantarei.com/2008/02/101_kaizen_templates_spaghetti_diagram.html).

- [19] Honeywell International. *Lean Enterprise - training manual*. 2004.
- [20] DEBNÁR, P. A KYSEL, M. *Mapovanie toku hodnot vo výrobe*. Slovensko : IPA, 2005.
- [21] IMAI, MASAOKI. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější firmu*. Brno : Computer press, 2004. ISBN 80-251-0461-3 .
- [22] KAVAN, M. *Projektový management inovací*. Praha : Fakulta strojní, ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03601-3.
- [23] UHROVÁ, MONIKA. *Štíhlá logistika nemůže být bez štíhlé výroby*. Úspěch. Duben 2007.
- [24] HIRANO, HIROYUKI. *5S pro operátor: Pět pilířů vizuálního pracoviště*. Praha : SC&C Partner, 2009. ISBN 978-80-904099-1-0.
- [25] ČADILOVÁ, OLGA. *Tým; Zásady týmové práce; Profesionální chování*. 2009.
- [26] CHUNDELA, LUBOR. *Ergonomie*. Praha : ČVUT, 2001. ISBN 80-247-0226-6.
- [27] Esipa. Dosahy horních končetin. [Online] Esipa. [Citace: 29. září 2013.] [http://www.esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=AZ&CP=2001s178-2004s441\\_20060415](http://www.esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=AZ&CP=2001s178-2004s441_20060415).
- [28] API. Ergonomie. *Akademie produktivity a inovací*. [Online] 2009. [Citace: 2. červen 2013.] <http://e-api.cz/page/68399.ergonomie/>.
- [29] CEN. ČSN EN 1005 - 2. *Fyzická výkonnost člověka - ruční obsluha strojního zařízení*. Brusel : autor neznámý, 2003.
- [30] Velaction. One Piece Flow. *Velaction*. [Online] 2009. [Citace: 25. červenec 2013.] <http://www.velaction.com/one-piece-flow/>.
- [31] API. One Piece Flow. [Online] E - API. [Citace: 5. říjen 2013.] <http://e-api.cz/page/68413.one-piece-flow/>.
- [32] VYTLAČIL, MILAN A MAŠÍN, IVAN. *Dynamické zlepšování procesů*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1999. ISBN 80-902235-3-2.
- [33] ČUJAN, Z. A MÁLEK, Z. *Základy logistiky*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2008. ISBN 978-80-7318-729-3.
- [34] Simul8. Simul8. [Online] Simul8. [Citace: 13. říjen 2013.] [www.simul8.cz](http://www.simul8.cz).
- [35] Humusoft. Humusoft. [Online] Humusoft. [Citace: 15. říjen 2013.] [www.humusoft.cz](http://www.humusoft.cz).

- [36] Hradec, SOS - Jindřichův. Sklady a skladovací systémy. [Online] SOS - Jindřichův Hradec. [Citace: 19. září 2013.] <http://skola.sos-jh.cz/files/=1746/T%206%20Sklady%20a%20skladovac%C3%AD%20syst%C3%A9my.pdf>.
- [37] Balení a obalové materiály. [Online] SOS - Jindřichův Hradec. [Citace: 21. září 2013.] <http://skola.sos-jh.cz/files/=2311/T%204%20Balen%C3%AD%20a%20p%C5%99epr.prost%C5%99edky.pdf>.
- [38] Mania, Management. First In First Out. [Online] Management Mania. [Citace: 30. říjen 2013.] <https://managementmania.com/cs/first-in-first-out>.
- [39] Ceníky řemesel. Elektroinstalace. [Online] [Citace: 22. listopad 2013.] <http://www.cenikyremesel.cz/ceniky/elektrikari>.
- [40] Proman. Regály. místo neznámé : Proman.
- [41] DymanicFuture. Ceník Witness. [Online] DynamicFuture. [Citace: 1. prosinec 2013.] [http://www.dynfut.cz/soubory/cenik\\_cz.pdf](http://www.dynfut.cz/soubory/cenik_cz.pdf).
- [42] Svratka, Mars. Mars Svratka. [Online] [Citace: 15. říjen 2013.] <http://www.mars-svratka.cz/front.katalog/ukladaci-bedny/>.
- [43] Produkty, AJ. Válečkový dopravník. [Online] AJ Produkty. [Citace: 1. listopad 2013.] <http://www.ajprodukty.cz/dilny-a-prumysl/dopluky-a-prislusenstvi/valeckovy-dopravnik/463613-64057.wf>.
- [44] Zunastav. Ceník svářečských prací. [Online] [Citace: 2. prosinec 2013.] <http://www.zunastav.cz/Cenik-svareckych-praci.html>.
- [45] Lepíky. Podlahové pásy. [Online] [Citace: 3. prosinec 2013.] <http://shop.lepiky.cz/podlahove-pasky-vinylove/3m-podlahova-paska-modra-50mm-x-33m-1000183/>.
- [46] B2BPartner. Tarifoldy. [Online] [Citace: 1. prosinec 2013.] <http://www.b2bpartner.cz/category/10000465/nastenne-drzaky-tabulek-TARIFOLD.html>.
- [47] K-Copy. Štítky. [Online] [Citace: 3. prosinec 2013.] [http://www.k-copy.cz/tisk/termotransferovy\\_tisk/](http://www.k-copy.cz/tisk/termotransferovy_tisk/).
- [48] Definice ergonomie. *14. kongres IEA*. San Diego, 2001.
- [49] API. FIFO. [Online] API. [Citace: 2. říjen 2013.] <http://e-api.cz/page/68613.fifo/>.

## Seznam zkratek

s.r.o.	společnost s ručením omezeným
m <sup>2</sup>	metr čtvereční
mm	milimetr
ks	kus
ISO	International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro normalizaci)
TQC	Total Quality Control (Absolutní kontrola kvality)
SMED	Single Minute Exchange of Dies (Rychlé přeseřízení / rychlá výměna nástroje)
5S	Organizace pracoviště
TPM	Total Productive Maintenance (Úplná produktivní údržba)
OEE	Overall Equipment Effectiveness (Celková efektivita zařízení)
FIFO	First – In – First – Out (První dovnitř první ven)
VSM	Value Stream Mapping (Mapování hodnotového toku)
CNC	Computer Numerical Control (počítačem řízený obráběcí stroj)
TIG	Tungsten Inert Gas svařování wolframovou elektrodou v ochranné atmosféře inertního plynu
MMTR	střední doba času opravy
MMTF	střední doba času poruchy
MTBF	střední doba mezi poruchami
MDT	střední doba prostojů
KVP	Konzernverrechnungspreise (Plynulý proces zlepšování)
WS	Workshop

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Lůžko určené pro intenzivní péči Multicare LE [1] .....	8
Obrázek 2: Organizační struktura výroby v LINETu [2] .....	9
Obrázek 3: Schéma výroby v dělírňě [2] .....	11
Obrázek 4: Diagram pracovního procesu v úseku svařovny ve firmě LINET [2] .....	13
Obrázek 5: Grafické znázornění 7 druhů plýtvání podle VW [10] .....	15
Obrázek 6: Značky využívané při tvorbě mapy hodnotového toku [14] .....	21
Obrázek 7: Graf času/hodnoty - štíhlé procesy znamenají rychlejší vydělávání peněz [5, p. 18] .....	24
Obrázek 8: Dosahy horních končetin [27] .....	31
Obrázek 9: Výroba v dávkách a jednokusový tok výroby [31] .....	32
Obrázek 10: Průběh workshopu [32, p. 41] .....	34
Obrázek 11: Prostředí softwaru Simul8 a Witness [34]; [35] .....	36
Obrázek 12: Obecné schéma výrobního procesu na hrubé výrobě .....	41
Obrázek 13: Zaznačení skladu svařovny a skladu lakovny do layoutu firmy LINET [2] .....	42
Obrázek 14: Procesní mapa výroby na hrubé výrobě .....	43
Obrázek 15: Plocha ložná 4 dílná [2] .....	44
Obrázek 16: Ukázka doplnění údajů do mapy .....	46
Obrázek 17: Ukázka vytvořené Mapy hodnotového toku .....	48
Obrázek 18: Náhled Mapy plýtvání .....	49
Obrázek 19: Rozmístění strojního zařízení na hale hrubé výroby v LINETu (původní stav) .....	50
Obrázek 20: Náhled špagetového diagramu výrobku – svařenec A .....	50
Obrázek 21: Stará vizualizace skladu svařovny .....	53
Obrázek 22: Schéma rozměrů haly hrubé výroby .....	54
Obrázek 23: Vyznačení jednotlivých úseků na layoutu hrubé výrobyA .....	55
Obrázek 24: Rozmístění strojních zařízení na hrubé výrobě (nově navrhovaný stav) .....	57
Obrázek 25: Paletové regály ve skladu hrubé výroby firmy LINET .....	60
Obrázek 26: Ukázka ukládacích beden Mars (vlevo) a ohradové kovové palety Mars (vpravo) [42] .....	60
Obrázek 27: Ukázka ohradových palet Mars využívaných ve skladu hrubé výroby .....	61
Obrázek 28: Návrh nového dopravníku do svařovny .....	62
Obrázek 29: Válečkový dopravník [43] .....	63
Obrázek 30: Ukázka návrhu označení regálů skladu .....	64
Obrázek 31: Ukázka návrhu označení regálů pomocí štítků .....	64

## Seznam tabulek

Tabulka 2: Základní typy procesů [13] .....	19
Tabulka 3: Rozdělení činností týkající se výroby na hrubé výrobě.....	43
Tabulka 4: Požadavek zákazníka .....	45
Tabulka 5: Výstup z mapy hodnotového toku.....	47
Tabulka 6: Porovnání výsledků špagetových diagramů původního stavu a nově navrhovaného.....	58
Tabulka 7: Srovnání přínosů a nákladů .....	59

## Seznam příloh

Příloha 1: Ukázky náměrů cyklových časů.....	75
Příloha 2: Mapa hodnotového toku na hrubé výrobě firmy LINET.....	76
Příloha 3: Mapa plýtvání .....	77
Příloha 4: Špagetový diagram výrobku – svařenec A (původní rozmístění pracovišť) .....	78
Příloha 5: Špagetový diagram výrobku – svařenec B (původní rozmístění pracovišť) .....	79
Příloha 6: Špagetový diagram výrobku – svařenec C (původní rozmístění pracovišť) .....	80
Příloha 7: Špagetový diagram výrobku – svařenec D (původní rozmístění pracovišť).....	81
Příloha 8: Špagetový diagram výrobku – svařenec E (původní rozmístění pracovišť) .....	82
Příloha 9: Špagetový diagram výrobku – svařenec F (původní rozmístění pracovišť) .....	83
Příloha 10: Špagetový diagram výrobku – svařenec G (původní rozmístění pracovišť) .....	84
Příloha 11: Špagetový diagram výrobku – svařenec H (původní rozmístění pracovišť) .....	85
Příloha 12: Špagetový diagram výrobku – svařenec I (původní rozmístění pracovišť) .....	86
Příloha 13: Původní rozmístění pracovišť hrubé výroby ve firmě LINET .....	87
Příloha 14: Nový návrh rozmístění pracovišť hrubé výroby ve firmě LINET.....	88
Příloha 15: Špagetový diagram výrobku – svařenec A (nové rozmístění pracovišť).....	89
Příloha 16: Špagetový diagram výrobku – svařenec B (nové rozmístění pracovišť) .....	90
Příloha 17: Špagetový diagram výrobku – svařenec C (nové rozmístění pracovišť).....	91
Příloha 18: Špagetový diagram výrobku – svařenec D (nové rozmístění pracovišť) .....	92
Příloha 19: Špagetový diagram výrobku – svařenec E (nové rozmístění pracovišť).....	93
Příloha 20: Špagetový diagram výrobku – svařenec F (nové rozmístění pracovišť) .....	94
Příloha 21: Špagetový diagram výrobku – svařenec G (nové rozmístění pracovišť) .....	95
Příloha 22: Špagetový diagram výrobku – svařenec H (nové rozmístění pracovišť) .....	96
Příloha 23: Špagetový diagram výrobku – svařenec I (nové rozmístění pracovišť) .....	97



Příloha 1: Ukázky náměrů cyklových časů

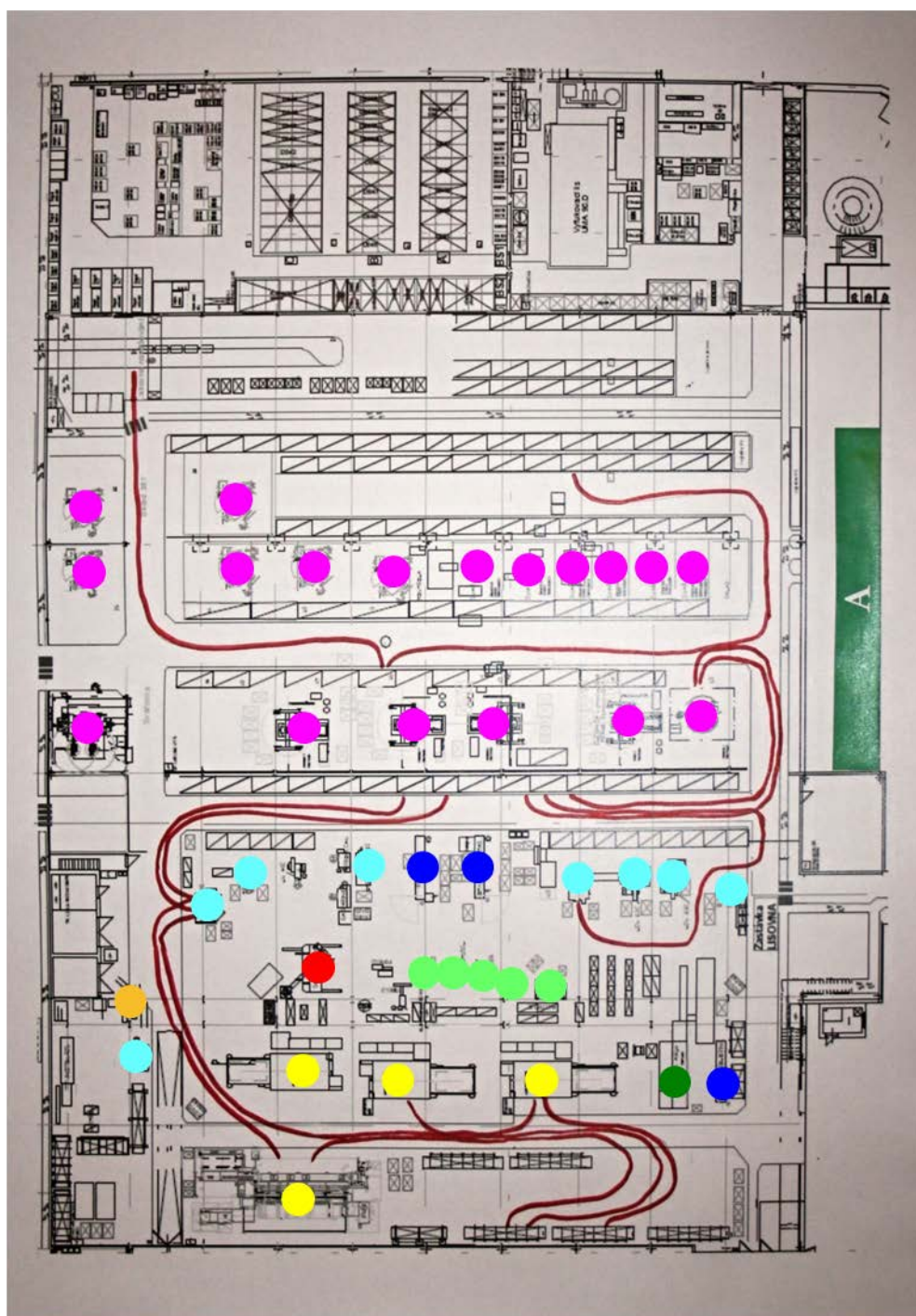
Svařenec A		Svařenec B	
Operace: obrábění		Operace: obrábění	
Náměr cyklového času:	[min]	Náměr cyklového času:	[min]
1	1	1	1,65
2	1	2	1,58
3	1,2	3	1,46
4	1,23	4	1,39
5	0,98	5	1,61
6	1,1	6	1,6
7	0,99	7	1,47
8	1,2	8	1,64
9	1,3	9	1,5
10	1	10	1,5
<b>Průměrný cyklový čas [min]</b>	<b>1,1</b>	<b>Průměrný cyklový čas [min]</b>	<b>1,54</b>

Svařenec C		Svařenec F	
Operace: obrábění		Operace: lisování	
Náměr cyklového času:	[min]	Náměr cyklového času:	[min]
1	1,2	1	0,8
2	1,13	2	0,69
3	1,19	3	0,9
4	1,3	4	0,8
5	1,1	5	0,79
6	1,09	6	0,91
7	1,29	7	0,79
8	1,14	8	0,9
9	1,13	9	0,71
10	1,23	10	0,81
<b>Průměrný cyklový čas [min]</b>	<b>1,18</b>	<b>Průměrný cyklový čas [min]</b>	<b>0,81</b>

**Příloha 2: Mapa hodnotového toku na hrubé výrobě firmy LINET**

### **Příloha 3: Mapa plýtvání**

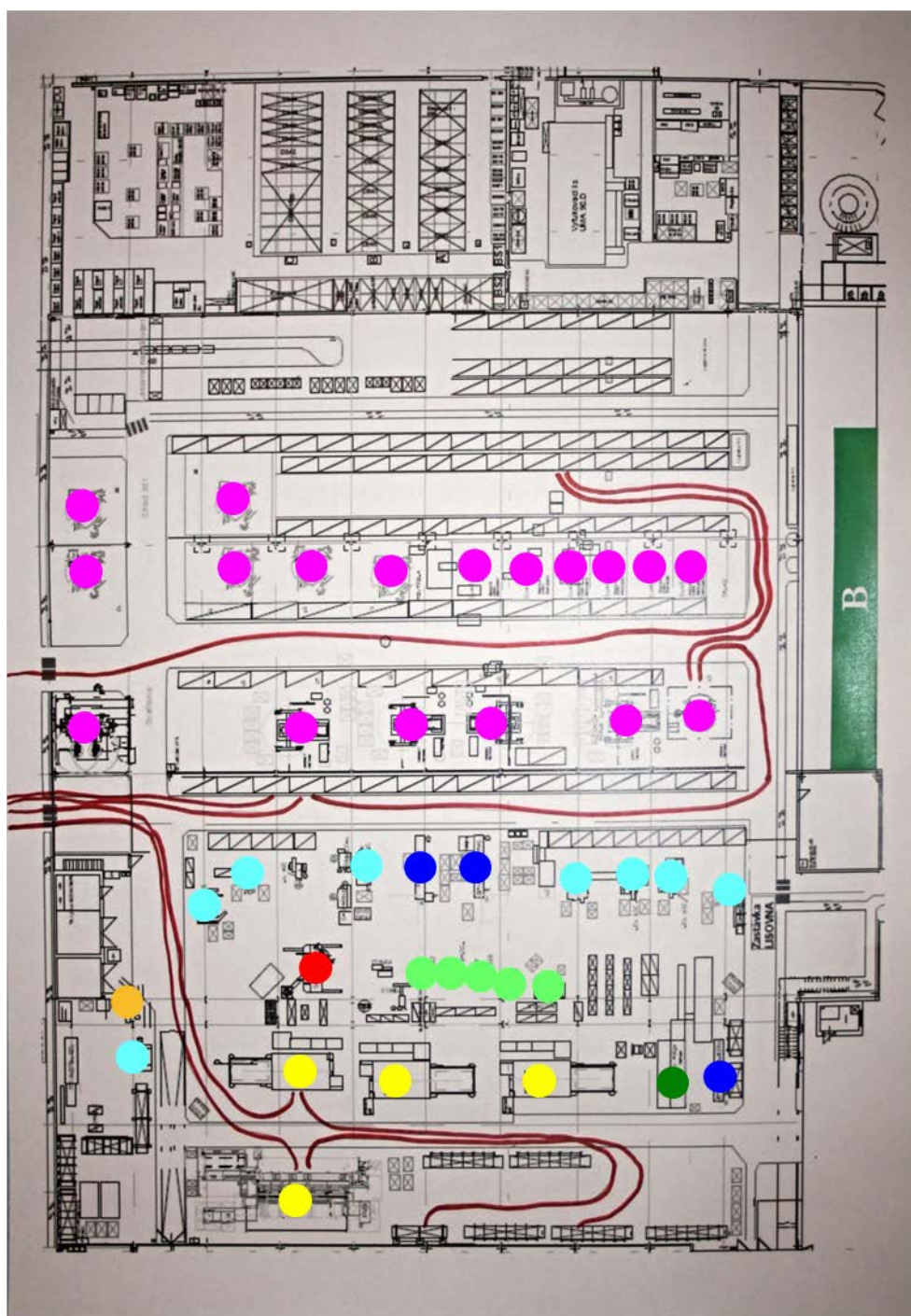
Příloha 4: Špagetový diagram výrobku – svařenec A (původní rozmístění pracovišť)



**Legenda:**

- laser
- vrtačka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila

Příloha 5: Špagetový diagram výrobku – svařenec B (původní rozmístění pracovišť)

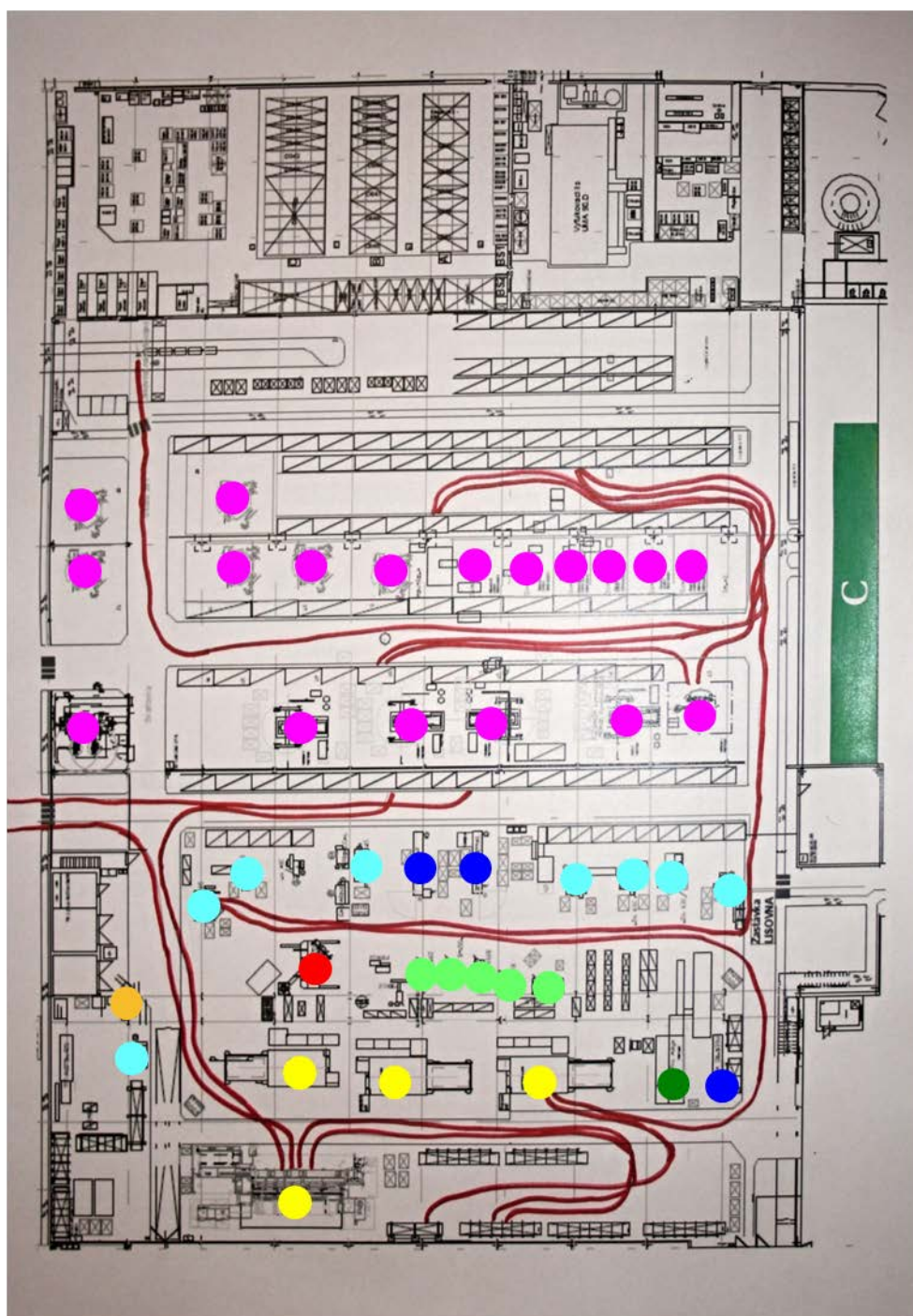


**Legenda:**

- laser
- vrtačka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila



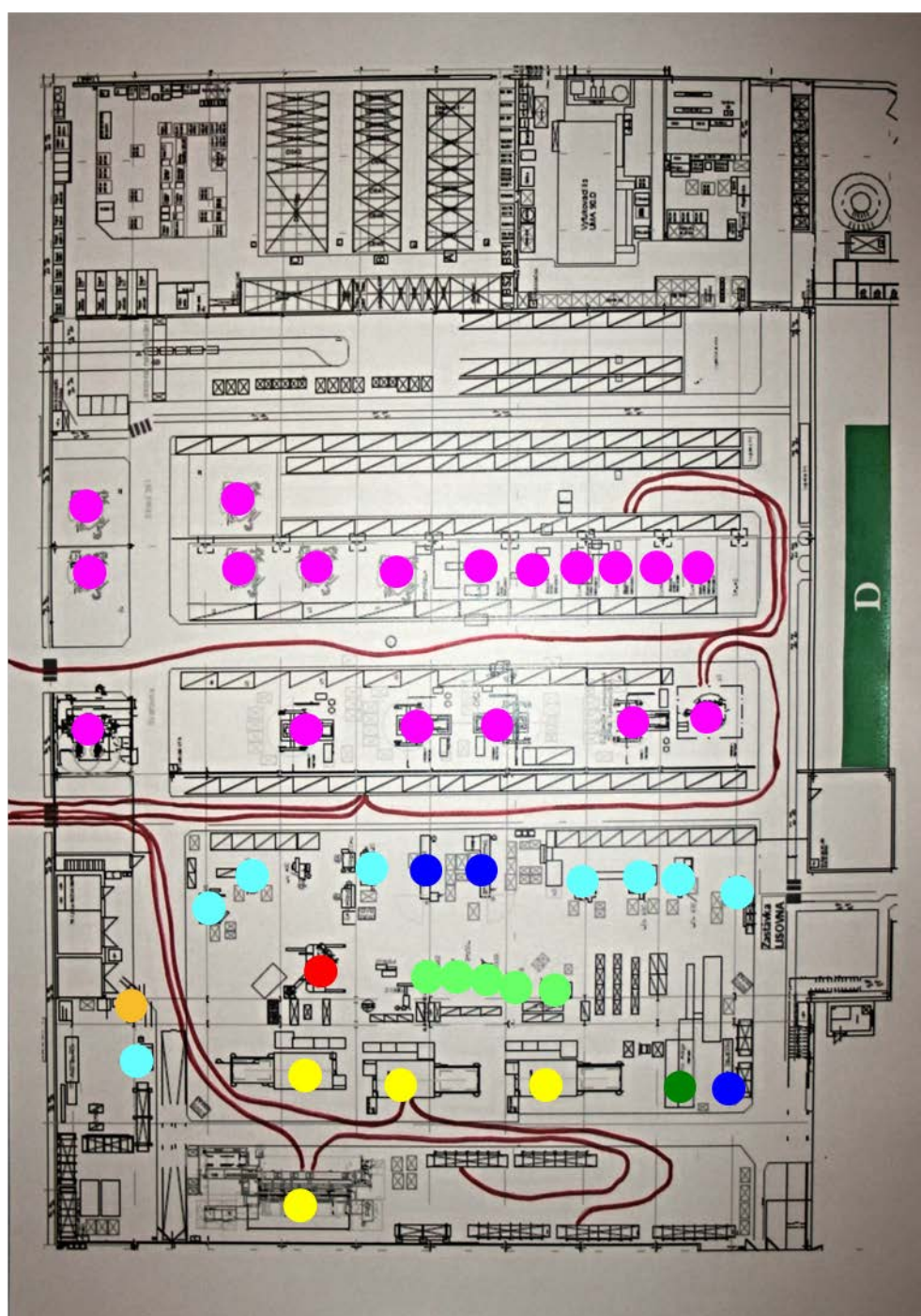
Příloha 6: Špagetový diagram výrobku – svařenec C (původní rozmístění pracovišť)



**Legenda:**

- laser
- vrtačka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila

Příloha 7: Špagetový diagram výrobku – svařenec D (původní rozmístění pracovišť)

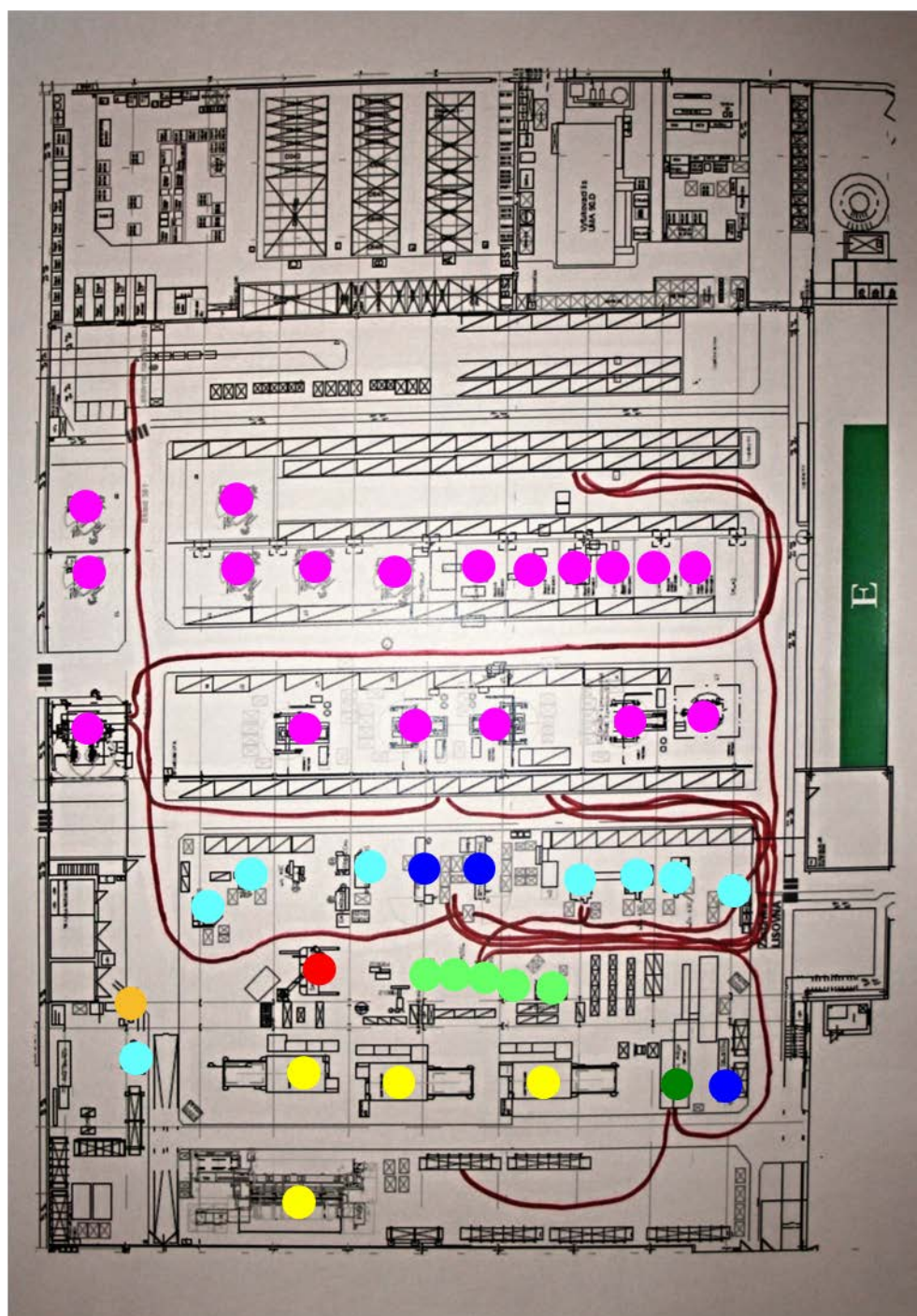


**Legenda:**

- laser
- vrtačka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila



Příloha 8: Špagetový diagram výrobku – svařenec E (původní rozmístění pracovišť)

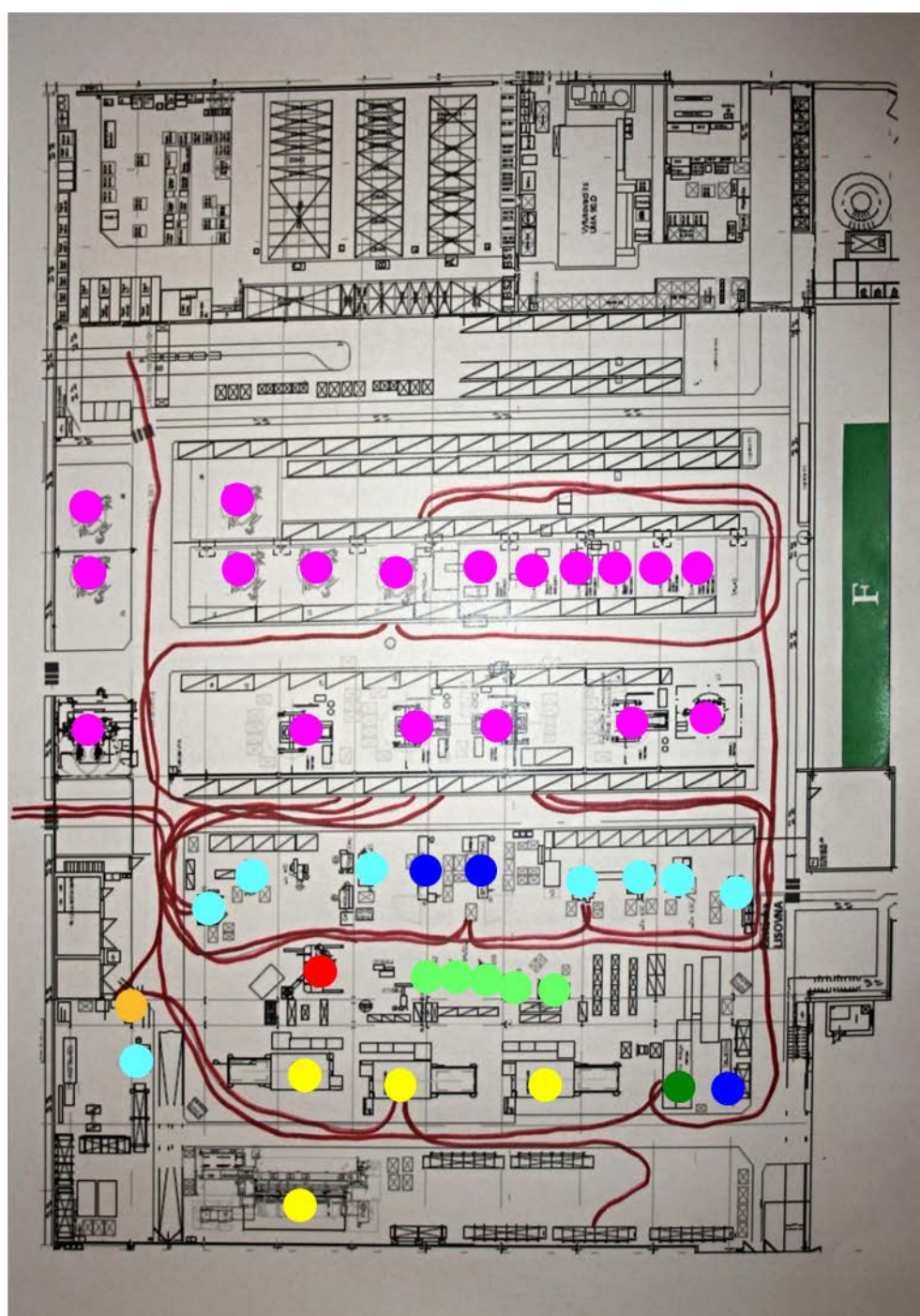


**Legenda:**

- laser
- vrtačka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila



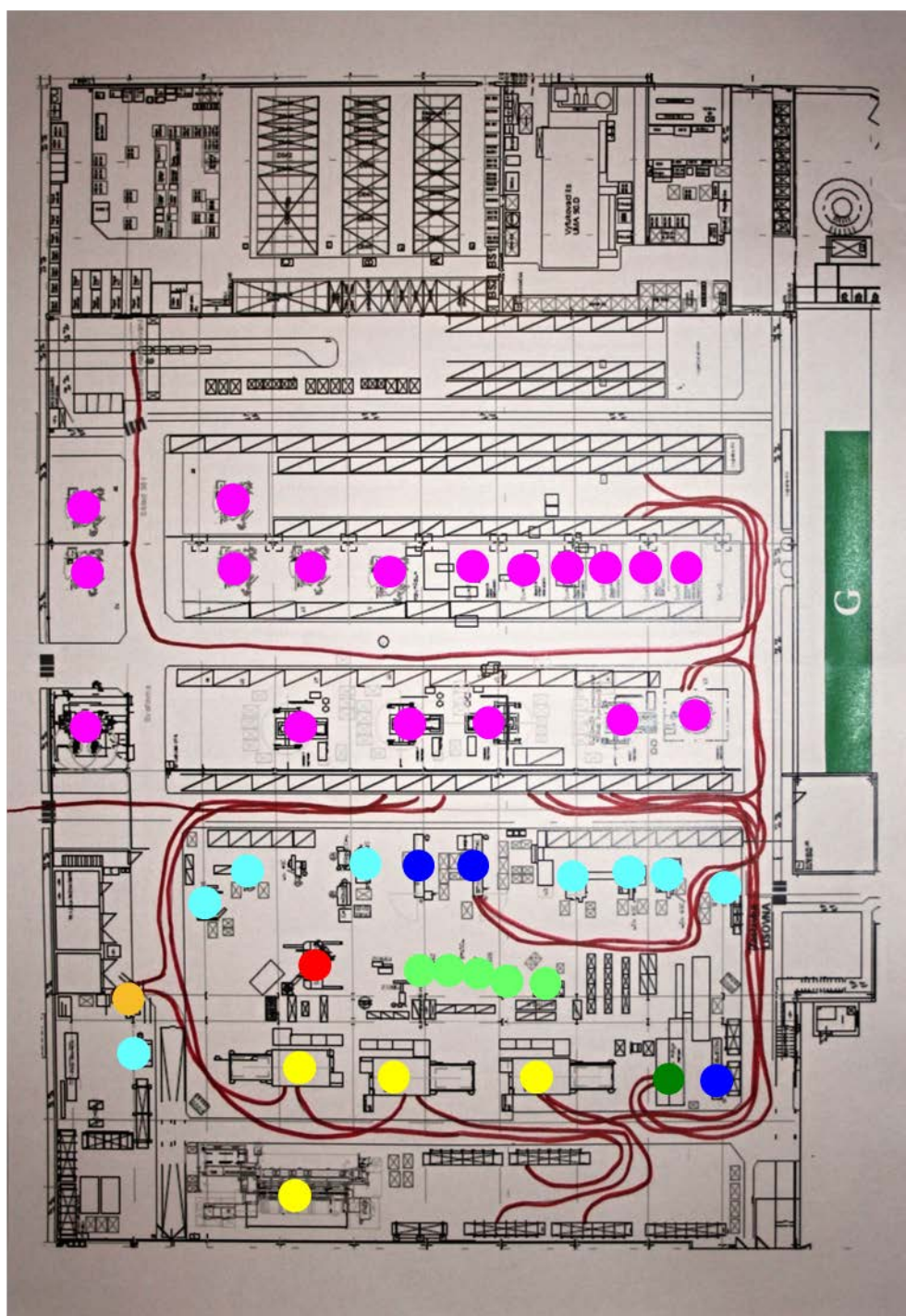
Příloha 9: Špagetový diagram výrobku – svařenec F (původní rozmístění pracovišť)



**Legenda:**

- laser
- vrtačka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila

Příloha 10: Špagetový diagram výrobku – svařenec G (původní rozmístění pracovišť)

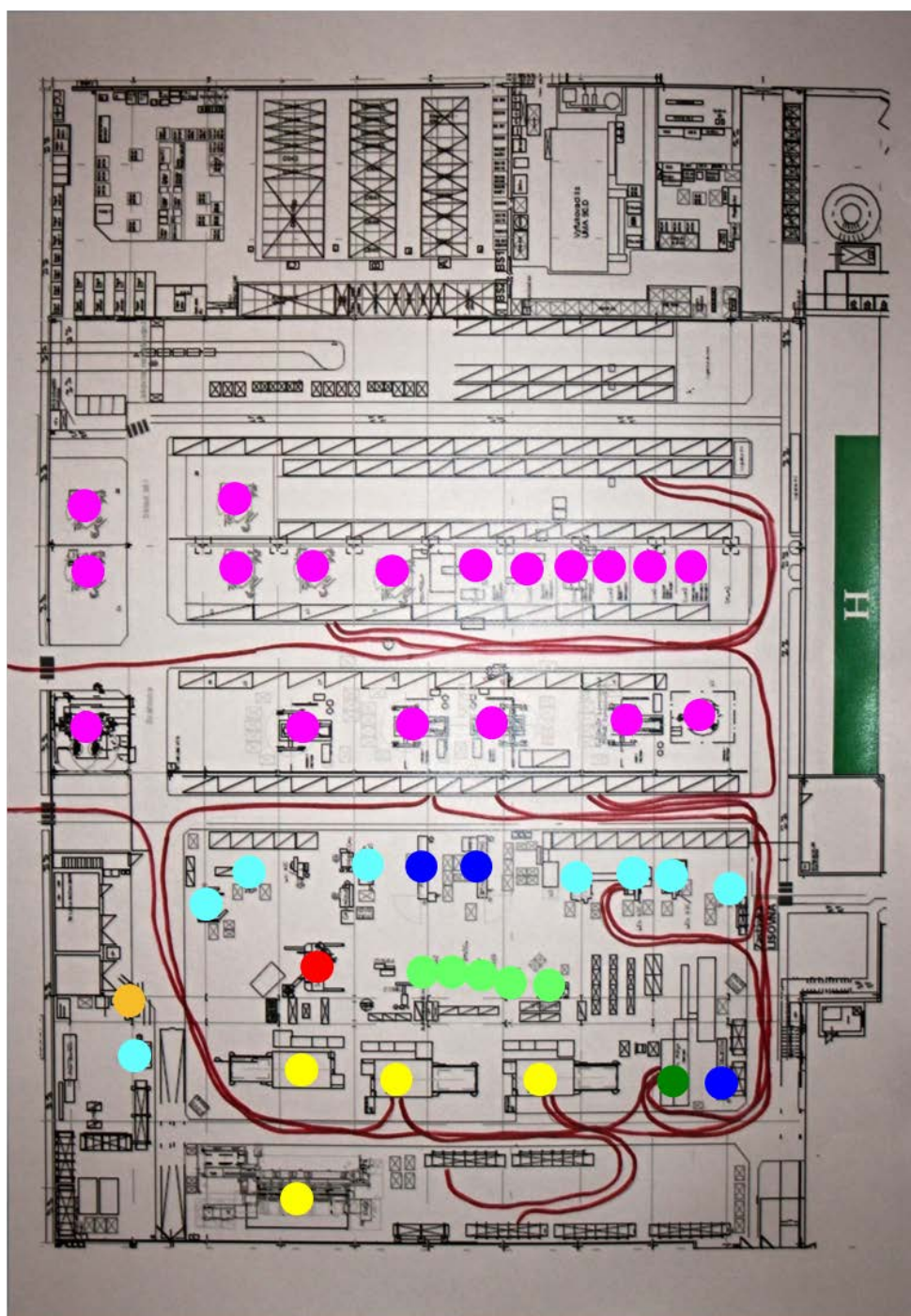


**Legenda:**

- laser
- vrtačka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila



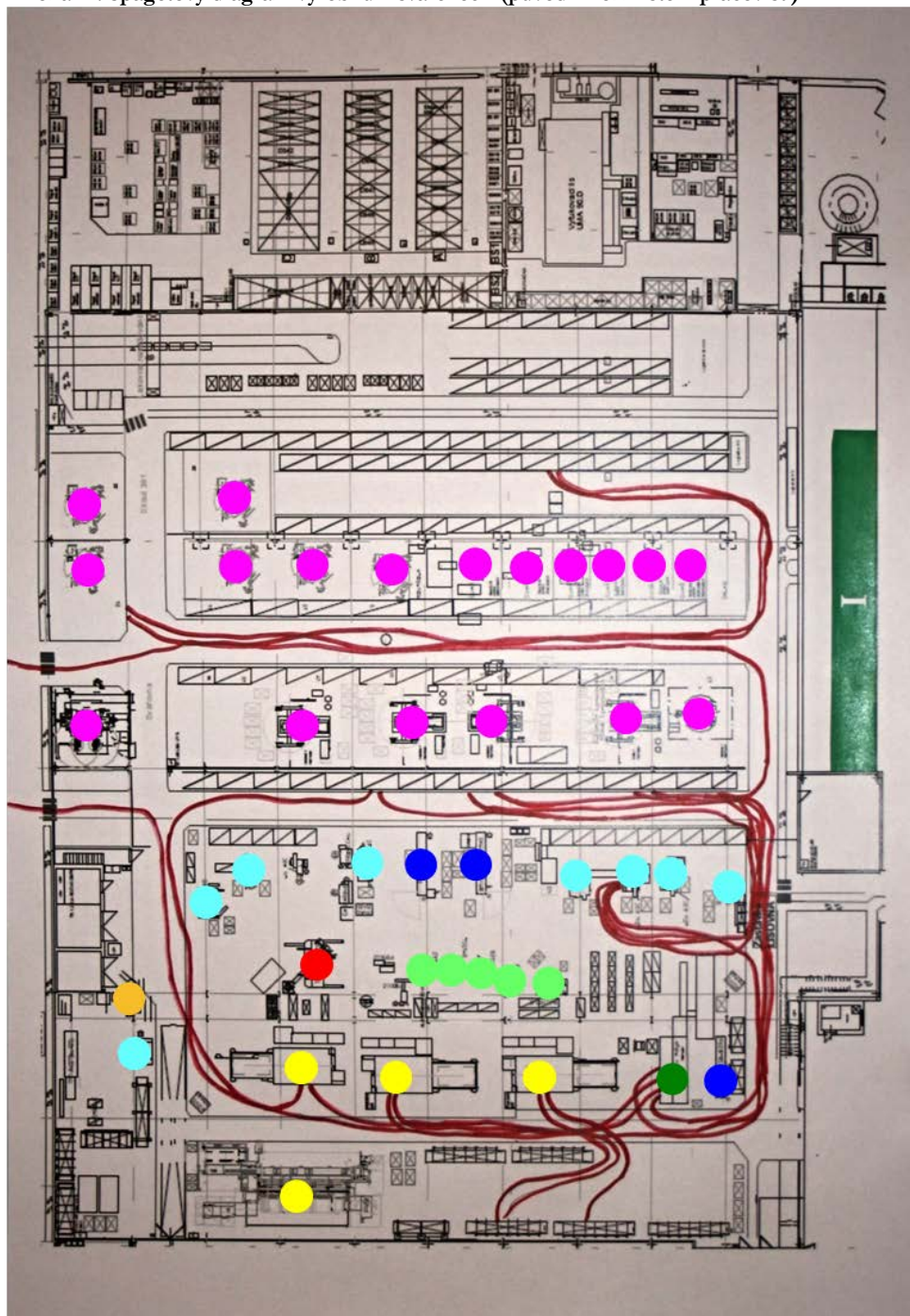
Příloha 11: Špagetový diagram výrobku – svařenec H (původní rozmístění pracovišť)



**Legenda:**

- laser
- vrtačka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila

Příloha 12: Špagetový diagram výrobku – svařenec I (původní rozmístění pracovišť)



**Legenda:**

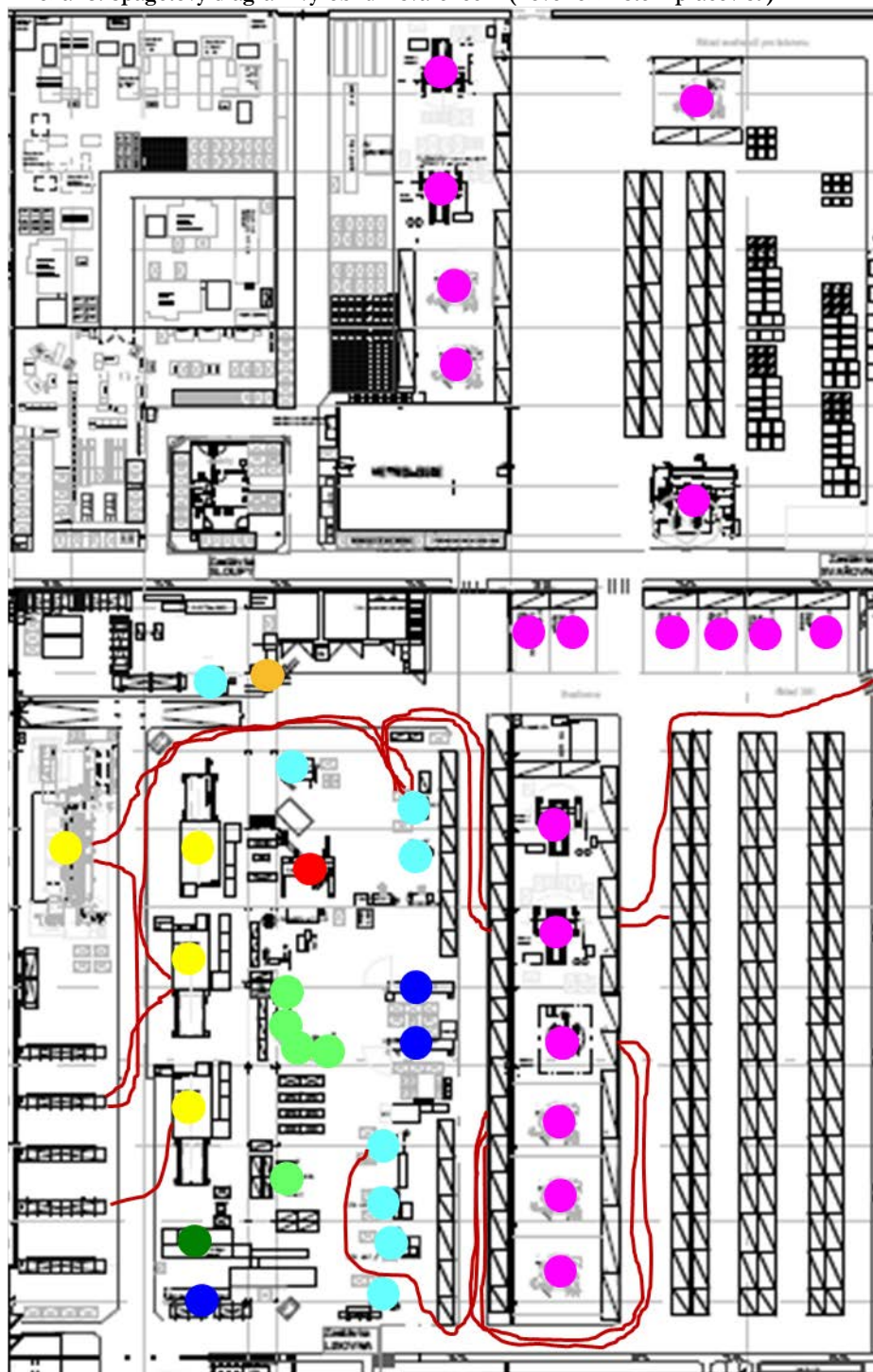
- laser
- vrtačka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila

**Příloha 13: Původní rozmístění pracovišť hrubé výroby ve firmě LINET**

**Příloha 14: Nový návrh rozmístění pracovišť hrubé výroby ve firmě LINET**



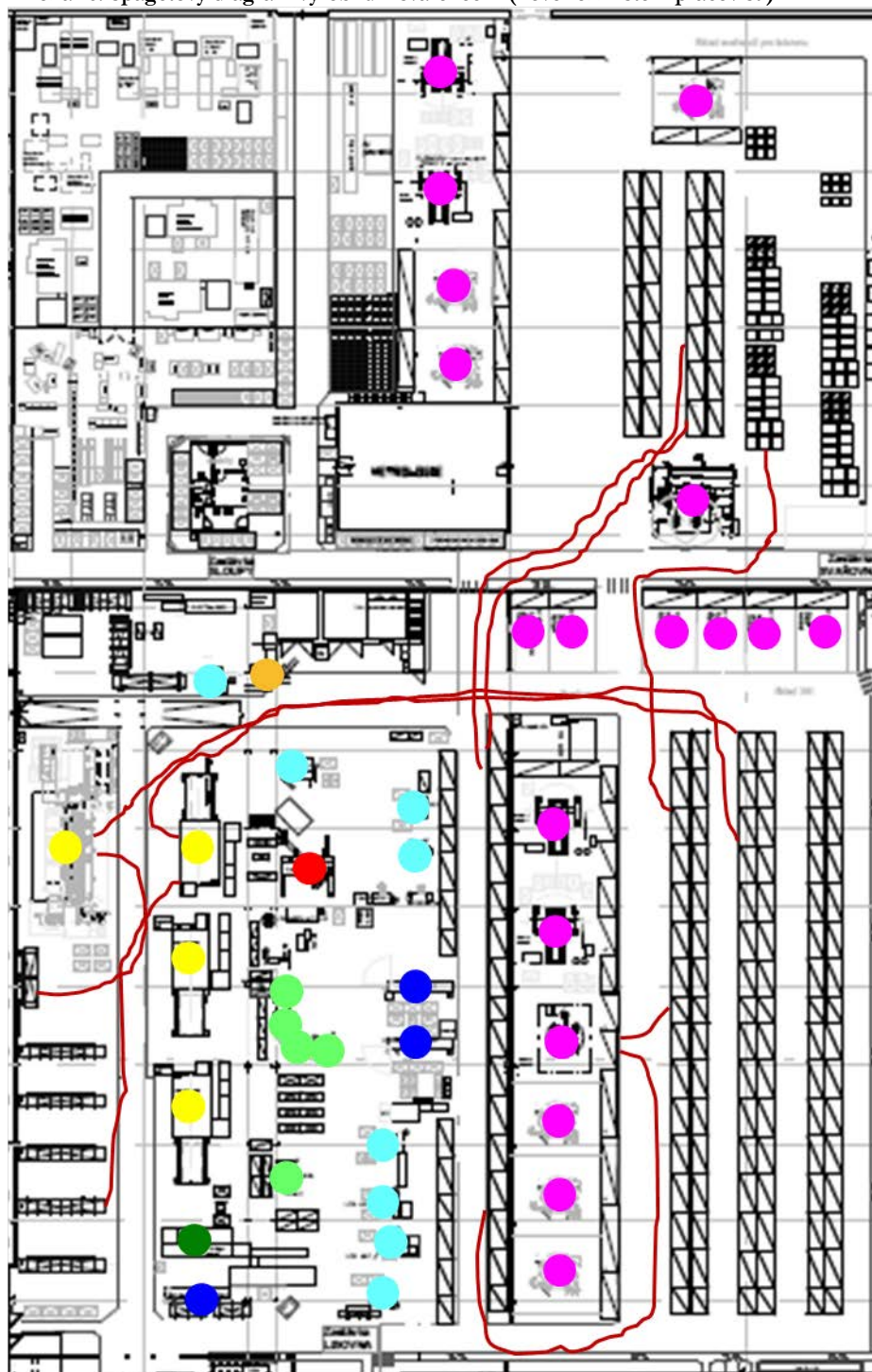
Příloha 15: Špagetový diagram výrobku – svařenec A (nové rozmístění pracovišť)



**Legenda:**

- laser
- vrtačka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila

Příloha 16: Špagetový diagram výrobku – svařenec B (nové rozmístění pracovišť)



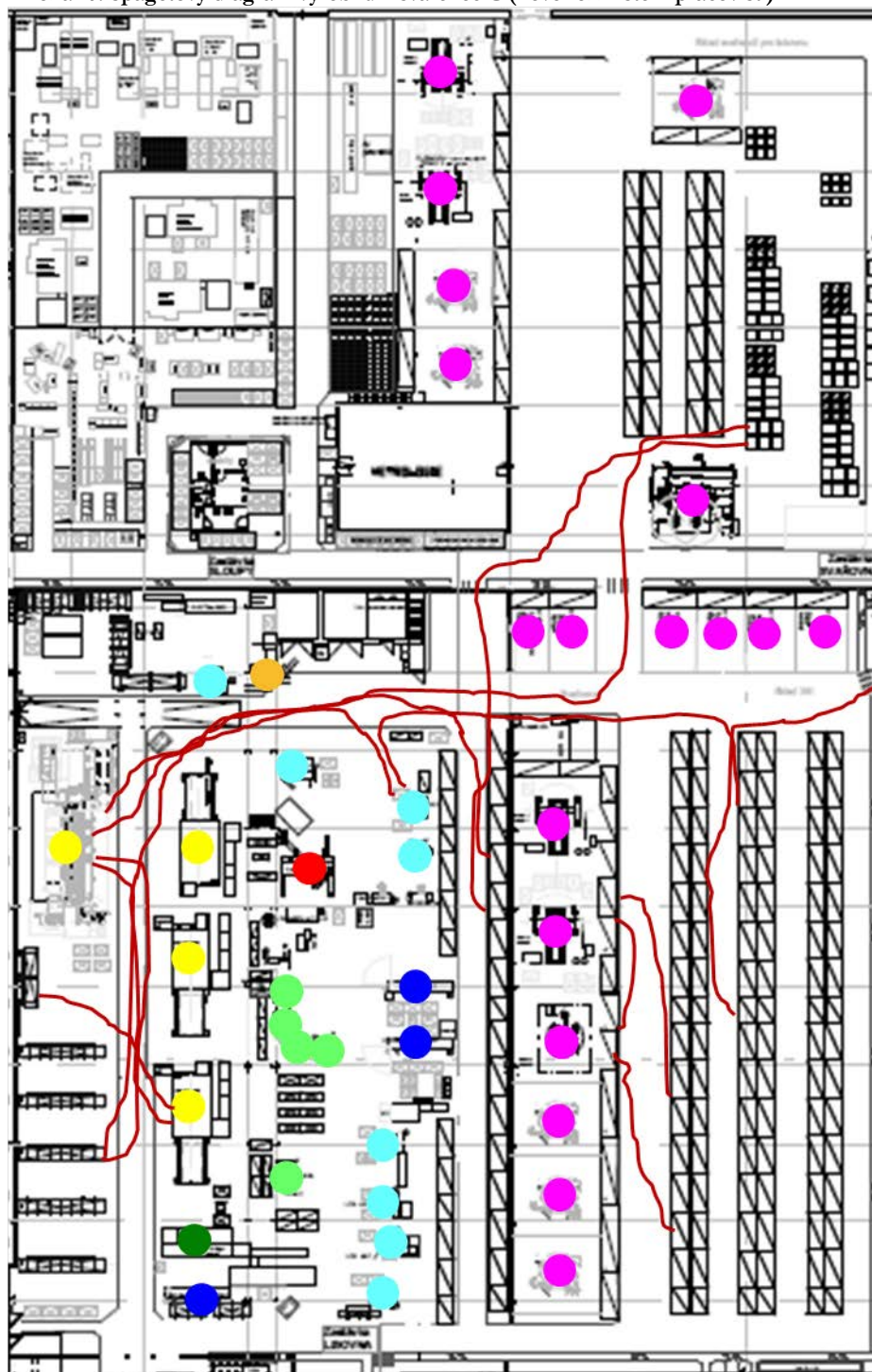
B

**Legenda:**

- laser
- vrtáčka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila



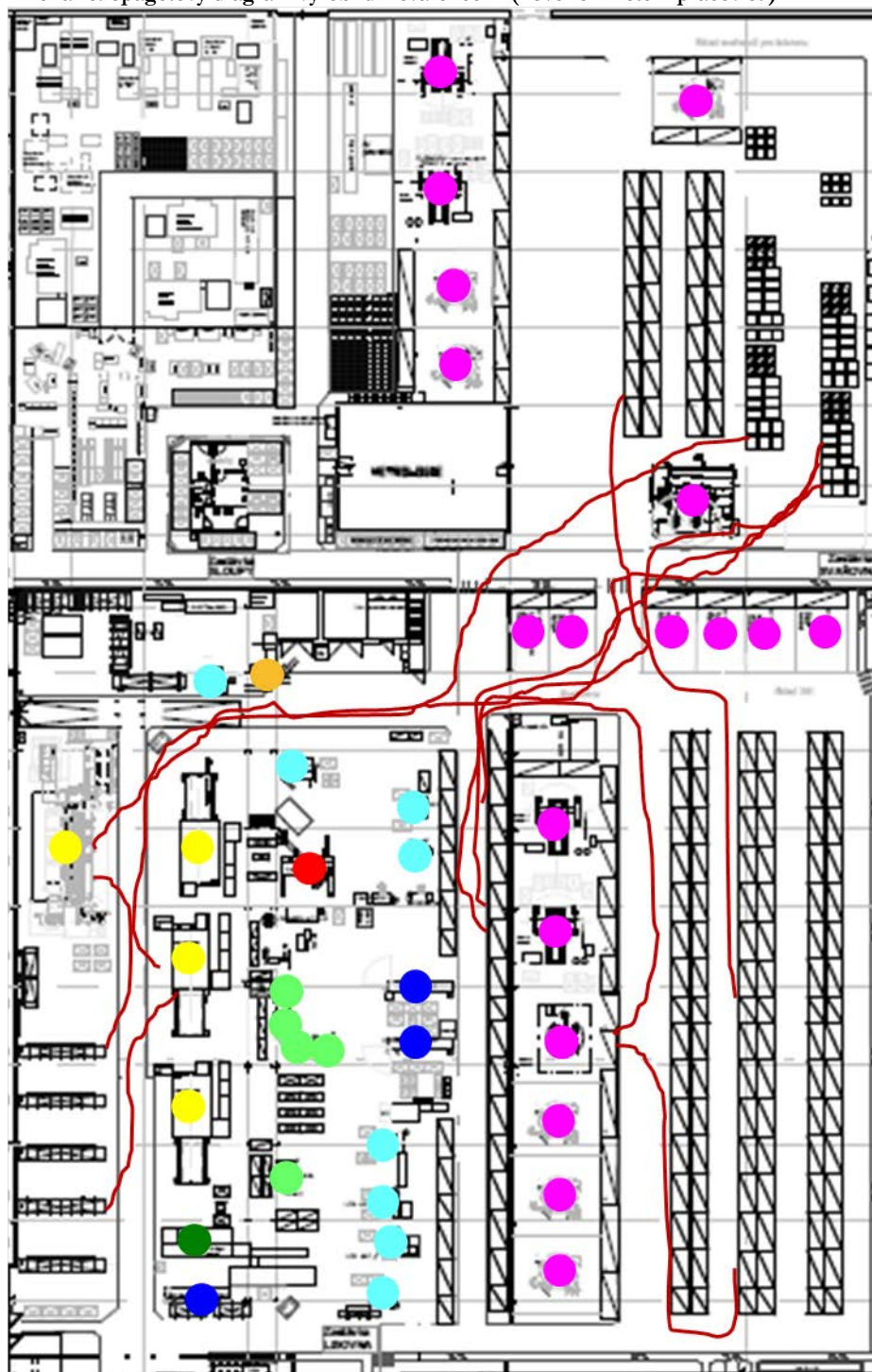
Příloha 17: Špagetový diagram výrobku – svařenec C (nové rozmístění pracovišť)



**Legenda:**

- laser
- vrtačka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila

Příloha 18: Špagetový diagram výrobku – svařenec D (nové rozmístění pracovišť)

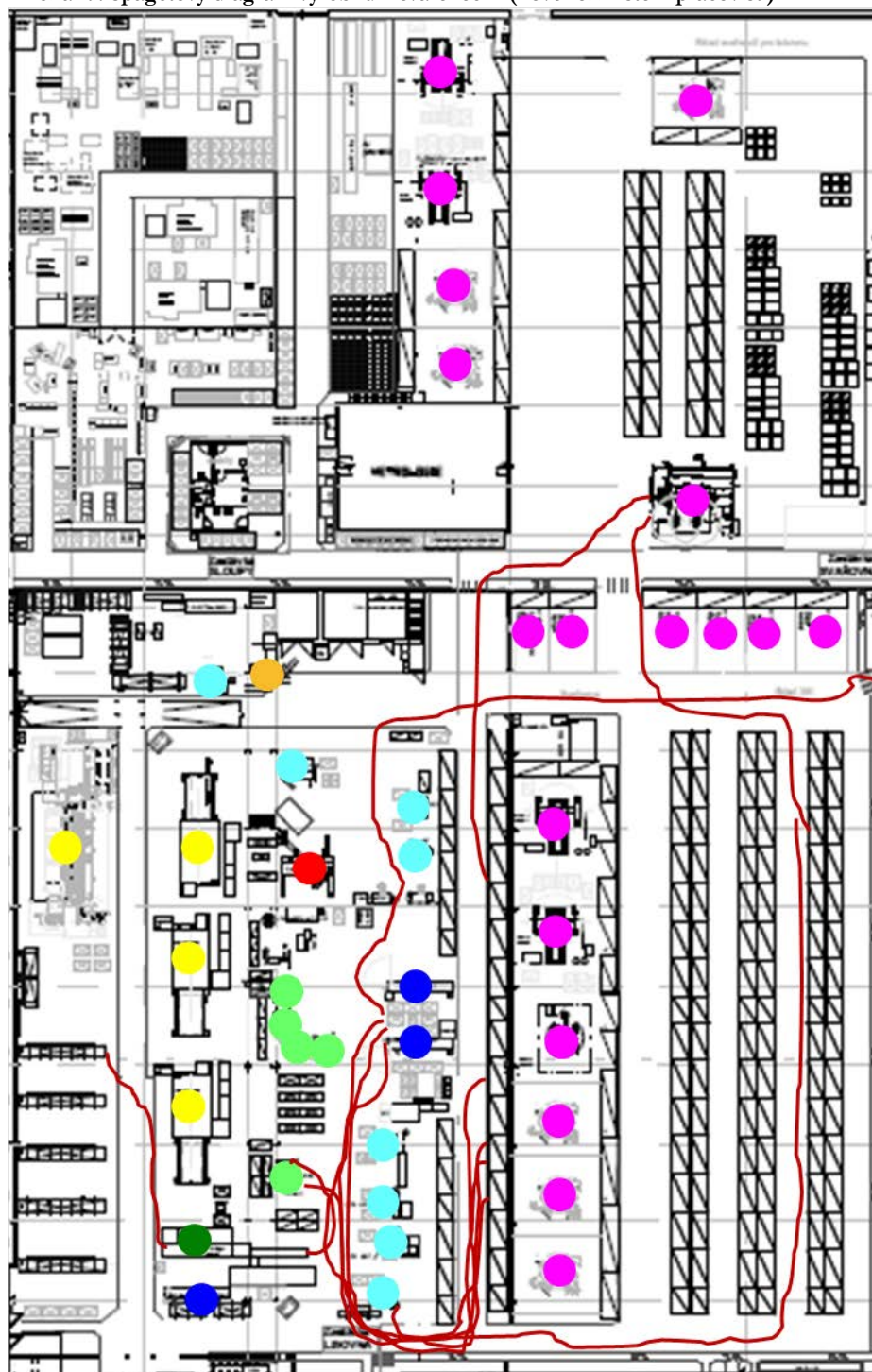


D

**Legenda:**

- laser
- vrtáčka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila

Příloha 19: Špagetový diagram výrobku – svařenec E (nové rozmístění pracovišť)



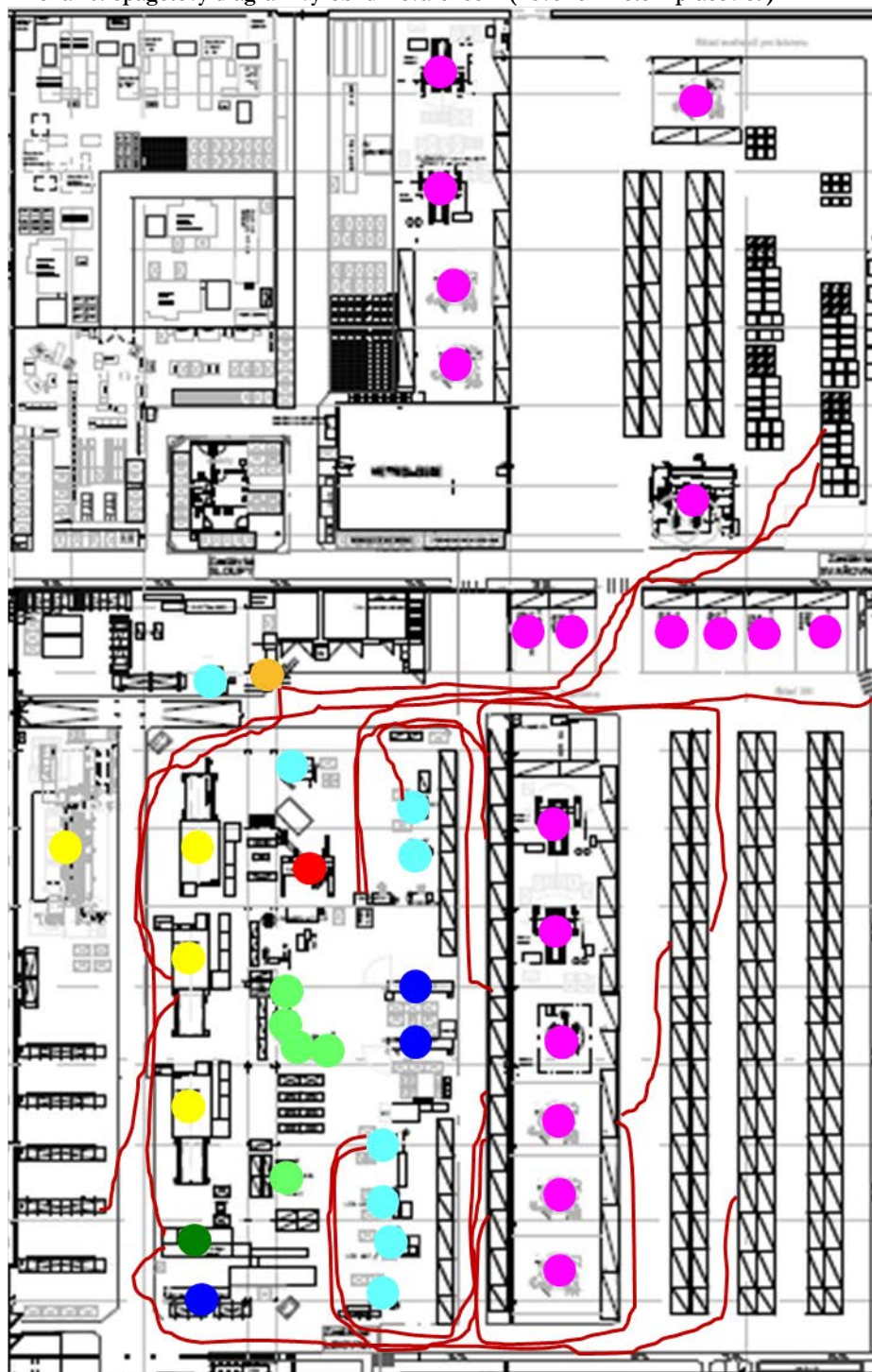
E

**Legenda:**

- laser
- vrtáčka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila



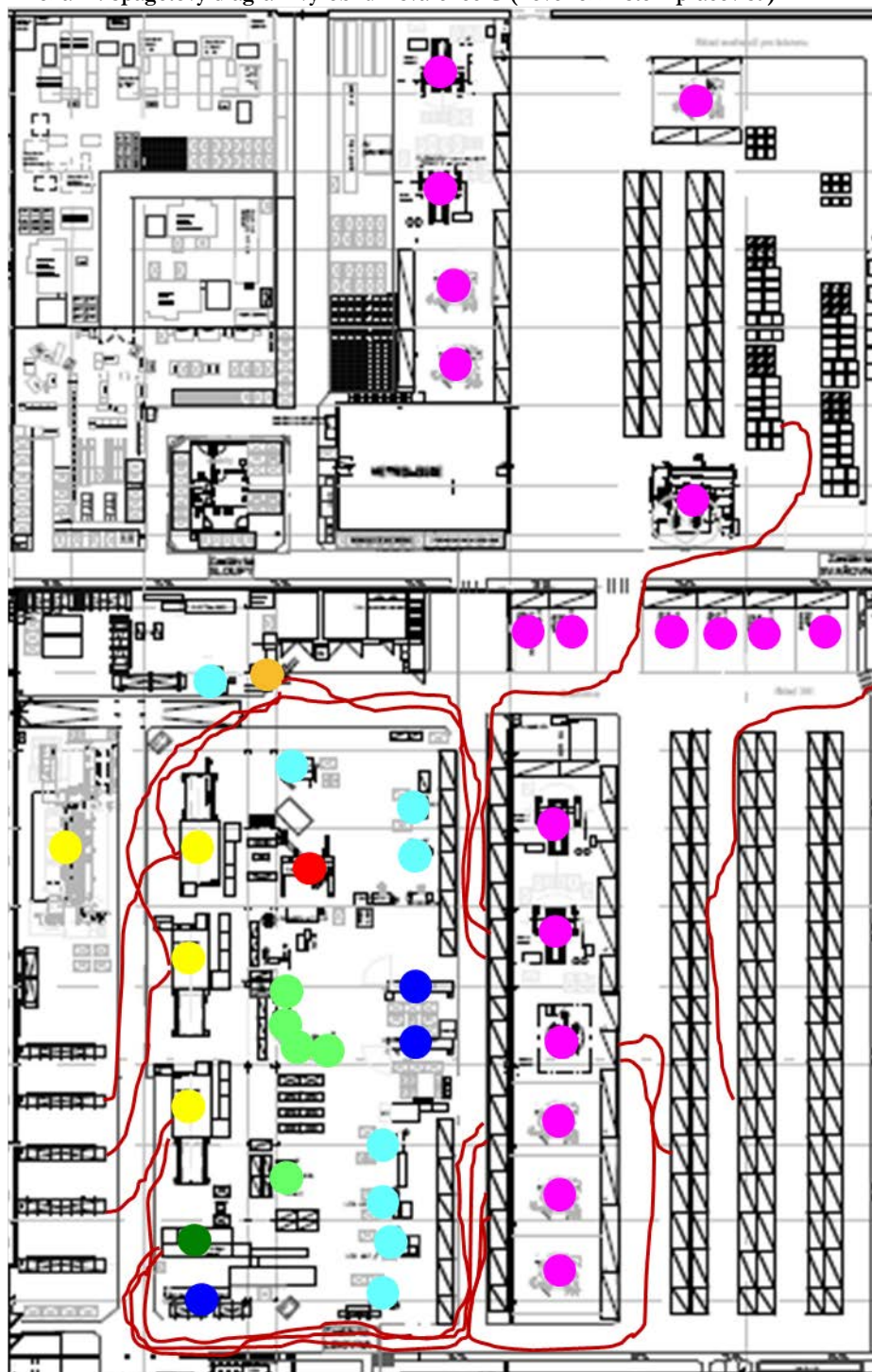
Příloha 20: Špagetový diagram výrobku – svařenec F (nové rozmístění pracovišť)



**Legenda:**

- laser
- vrtačka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila

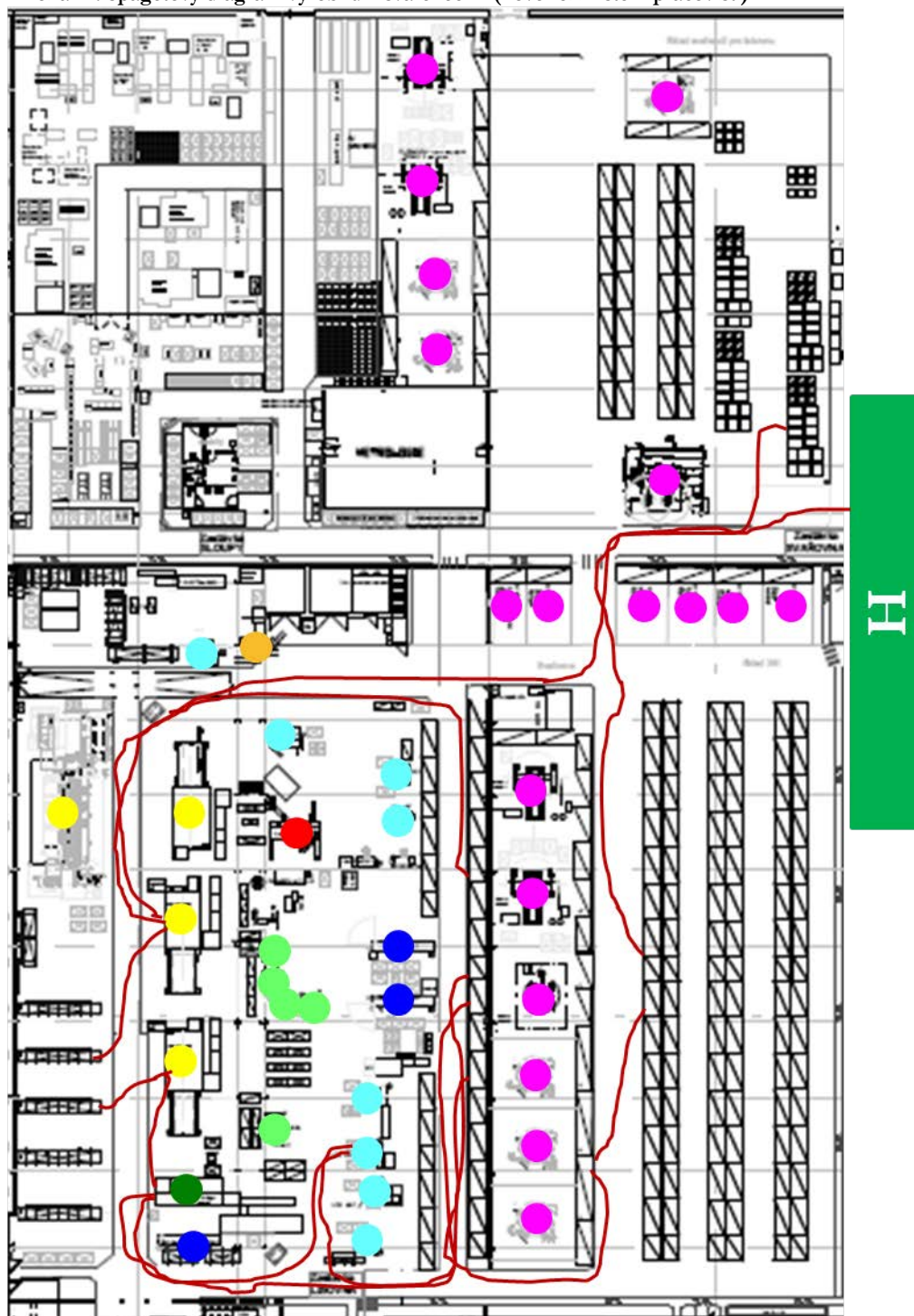
Příloha 21: Špagetový diagram výrobku – svařenec G (nové rozmístění pracovišť)



**Legenda:**

- laser
- vrtačka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila

Příloha 22: Špagetový diagram výrobku – svařenec H (nové rozmístění pracovišť)

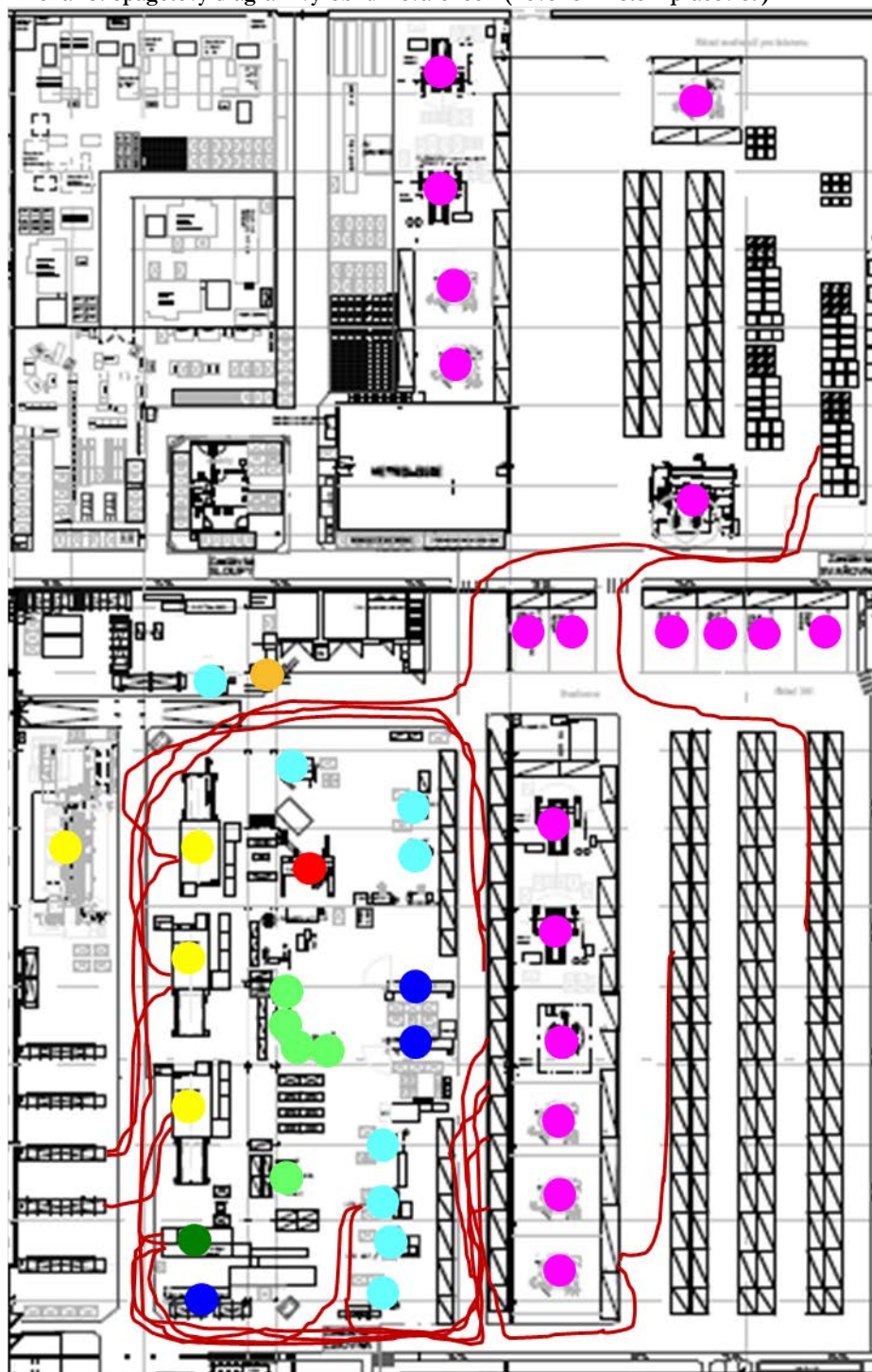


**Legenda:**

- laser
- vrtáčka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila



Příloha 23: Špagetový diagram výrobku – svařenec I (nové rozmístění pracovišť)



**Legenda:**

- laser
- vrtačka
- lis
- svařovací robot
- ohýbačka
- nůžky
- bruska
- pila